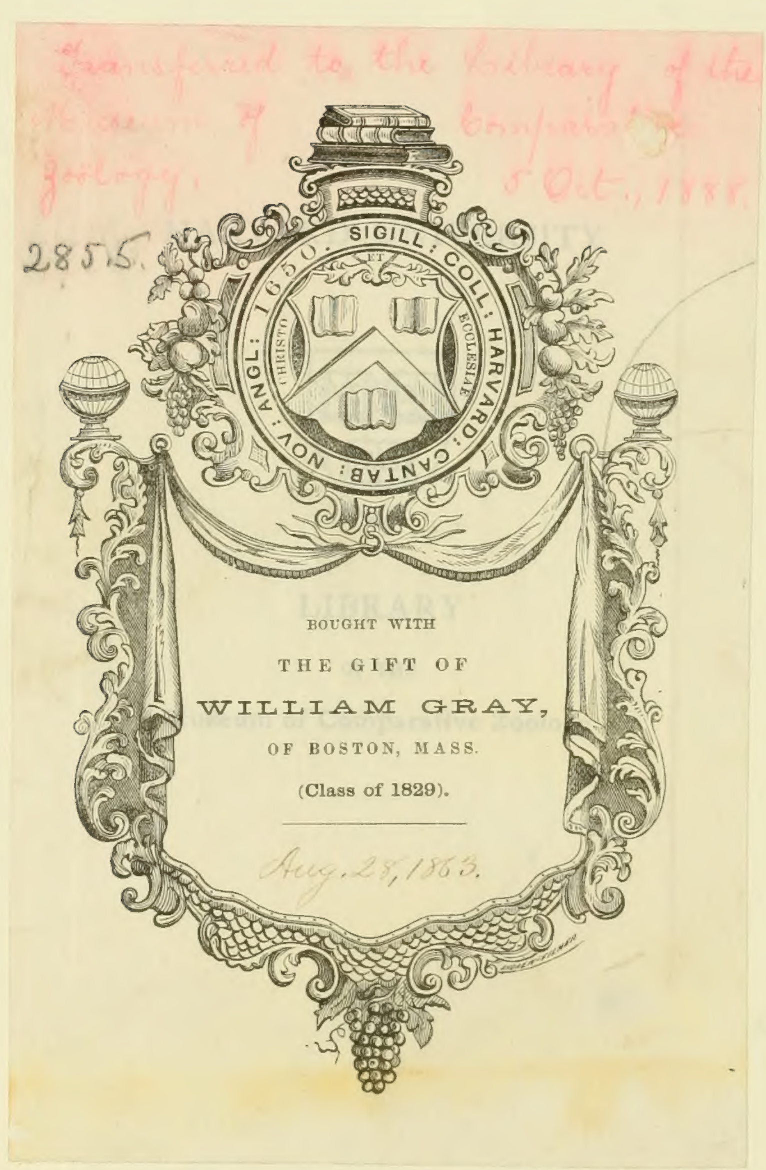




This bookplate belongs in Abhandlungen 2, 1856-58
and vice-versa









ABHANDLUNGEN,

HERAUSGEGEBEN

VON DER

Frankfort on the Main, Germany

SENCKENBERGISCHEN NATURFORSCHENDEN GESELLSCHAFT.

FÜNFTER BAND.

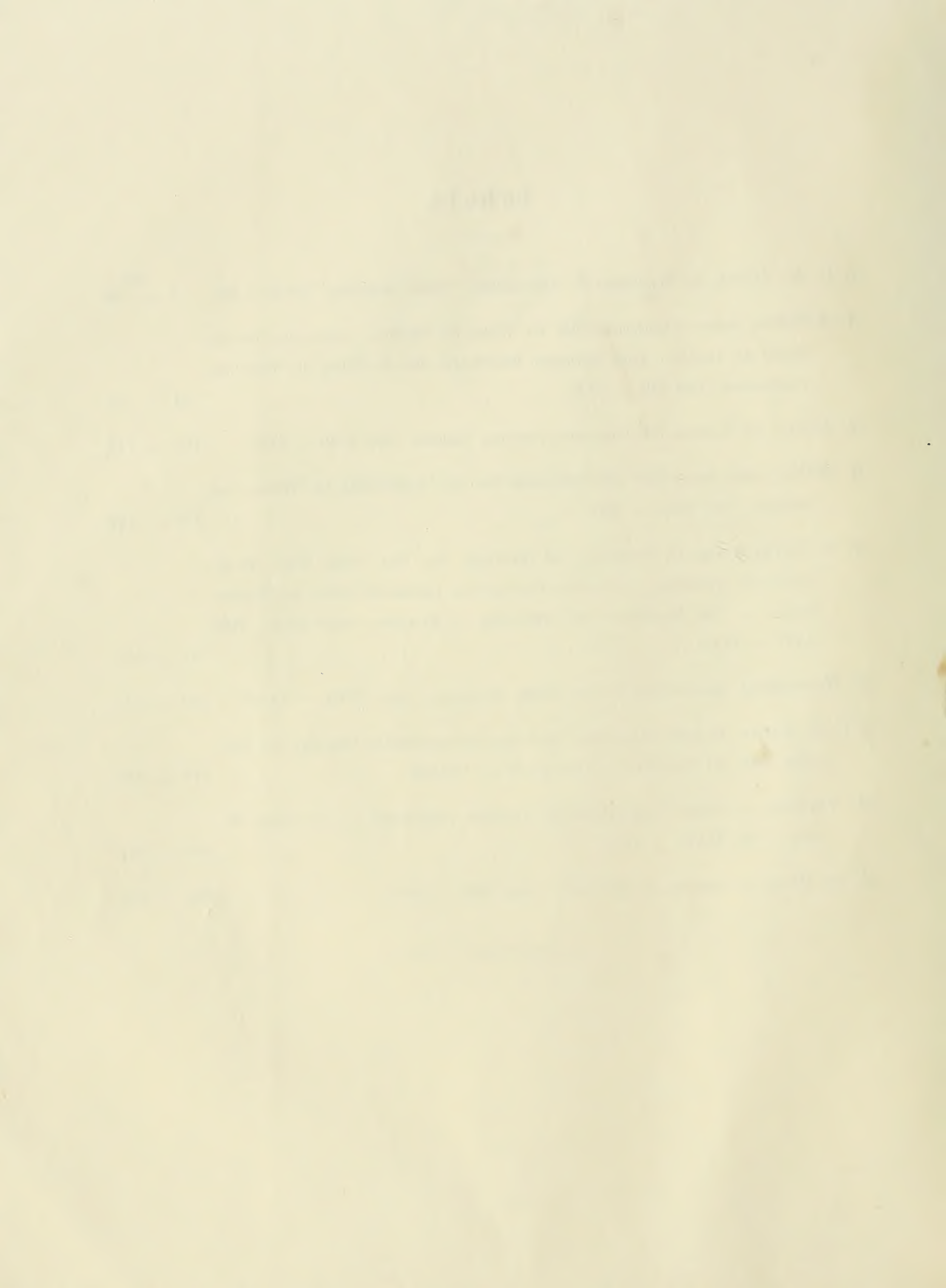
Mit XLVI Tafeln.

FRANKFURT A. M.
CHRISTIAN WINTER.
1864 — 1865.

1866, Sept. 24.
Lane Fund.

H. L. Brönner's Druckerei in Frankfurt a. M.

Inhalt.



Zur

MORPHOLOGIE DER RASSENSCHAEDEL.

Einleitende Bemerkungen und Beiträge

von

Dr. J. C. G. Lucae.

Zweite Abtheilung.

Ein Sendschreiben an Herrn C. E. v. Baer in Petersburg.

Hochverehrter Herr!

Wenn ich beifolgenden Zeichnungen der Chinesen-Schädel unserer Sammlung, von meinem wackeren Schüler stud. med. C. Gerlach angefertigt, einige Worte beifüge, so ermuntert mich hierzu die freundliche Aufnahme, die mein neuliches Schreiben bei Ihnen fand, nicht allein, sondern ich fühle mich auch zu einigen Bemerkungen genöthigt, da manche Stellen meines früheren Schreibens Ergänzungen und Vervollständigungen bedürfen und ausserdem die Verabredungen in Göttingen uns einige Verpflichtungen auferlegen. Die Briefform scheint aber auch an und für sich besonders geeignet für unsere zu behandelnden Gegenstände, denn man kann Versuche, so manches Unvollendete und noch nicht zum Abschluss Gelangte besser dem anspruchslosen Gewand des Briefes als dem pretentiösen Rahmen eines Buches anvertrauen.

Wir sollen die typischen Rassenunterschiede einer Species aufsuchen, welche natürlich weniger scharfe Anhaltspunkte in Form und Erscheinung darbietet, als die Vergleichung einer Species mit einer andern. Es kommt hinzu, dass die verschiedenen Rassenvölker meist nicht für sich isolirt an einem Orte gelebt haben, sondern wanderten und verschiedene Lebensweisen und Sitten sich aneignend mit andern sich vermischten, so dass wir bei jedem Vorschreiten Zwischenformen und Uebergängen begegnen Desshalb liegt hier eine viel schwierigere Aufgabe vor als der Zoologe oder vergleichende Anatom zu lösen hat, und Irrungen sind leichter. Welche Mittel aber haben wir, um unsere Absicht zu erreichen? Eine noch sehr beschränkte Zahl sicherer und zuverlässiger Objecte und die Messung.

Ich habe in meinem vorigen Schreiben die Messung nur für grössere und gröbere Verhältnisse geeignet, aber in Betreff der hier *oft* vorkommenden feinen Formunterschiede für unsicher und roh erklart. Ich kann sie ebenso gut zu fein und zu scharf nennen: desshalb sind und bleiben sie doch bei feineren Unterschieden unsicher. Das Messinstrument ist wohl genau, allein der Schädel geht nicht in gleicher Richtung

und fügt sich nicht jenem im Kleinsten. Eine kleinere Auflagerung und ein geringer Schwund verändern den Winkel an entsprechender Stelle und nur geringfügige Zufalligkeiten geben verschiedene Resultate. Im Ganzen und Grösseren ist Uebereinstimmung, im Kleinen aber mehren sich die Verschiedenheiten. Ist es daher gerechtfertigt, wenn man kleine Unterschiede der aus einer Reihe von Messungen zusammengetragenen Mittelzahlen als Resultate bezeichnet, während in den einzelnen Fällen eine Menge jener Mittelzahl in's Gesicht schlagende Verhältnisse vorliegen? Ein Anderer stellt eine ähnliche Zahlentabelle zusammen, und siehe, es kommt die Mittelzahl im entgegengesetzten Sinn. Oder sage ich zu viel, wenn ich erklare, dass verschiedene Personen, die ein und dieselbe Reihe von Schädeln in derselben Richtung durchmessen, fast immer Differenzen in ihren Endziffern finden?[1])

Und dabei urgirt man Unterschiede, die sich nicht blos auf ein oder zwei Millimeter, sondern sogar auf Bruchtheile eines Millimeters erstrecken Die Wahrscheinlichkeitsrechnung verdient nur dann Vertrauen, wenn sie sich über grosse Reihen erstreckt und in den einzelnen Gliedern im *Allgemeinen* Uebereinstimmung mit dem Ganzen zeigt, und wenn dieses zum Oefteren entsprechende und entschiedene Resultate liefert. Die Grössen der nebeneinander zu prüfenden Reihen stehen aber im Gegensatz mit den erhaltenen Unterschieden. Sind diese schärfer und constanter im Einzelnen, so mögen jene kleiner sein. Mit kleinen und kleinsten Unterschieden wird dabei nicht viel gefördert. Wenngleich man auch nicht daran zu denken braucht, dass dem Einen die Wissenschaft die hohe himmlische Gottin, dem Andern eine tüchtige Kuh ist, die ihn mit Butter versorgt, so liegt es dem Menschen doch sehr nahe die Arbeit belohnt zu sehen, und was man wünscht glaubt man. Kann man sich da verwundern, wenn die Maasse sich etwas diesem Wunsche fügen und Resultate, wenn auch der unschuldigsten Art, zum Vorschein kommen.

In vielenFallen aber, wo die Messungen nicht ausreichen, da hilft uns das Auge, und wie dieses von jenen controlirt werden muss, damit keine Täuschung unterlauft, so

---

[1]) Anmerkung. Gewiss als ein sicherer Beweis für die Richtigkeit meiner Aussage kann es angesehen werden, dass Herr Welcker bei unseren fünf Australnegern die Mittelzahl für den Nasenwinkel mit 72,0 ⁰ und für die Schädelbasis 104 Mm. angiebt, während nach meiner Messung beide Zahlen 69,4 ⁰ und 105,8 Mm. betragen. Die Messung eines Dritten an denselben Schädeln brachte die Ziffern 70,3 ⁰ und 106 Mm. fur die Schädelbasis.

Zu der Tabelle pag. 58 kömmt nun folgende Bemerkung von Herrn Welcker: „Auch bei dieser Anordnung der Tabelle finden sich die entschiedneren Prognathi auf Seiten der Dolichocephalen: die Mittelziffer des Nasenwinkels heisst hier 69 ⁰, bei den Brachycephali prognathi nur 68 ⁰.“ H. Welcker Untersuchungen uber Wachsthum und Bau des menschlichen Schädels. I. Theil. Leipzig 1862.

macht dieses wieder Bemerkungen, welche für die Messung zu fein sind. Leider sind die Meisten von uns durch ihre Jugenderziehung so sehr der Anschauung und dem scharfen und dauernden Erfassen von Formen entzogen, dass Viele eher die Millimeterzahl als die Form im Gedächtniss behalten.

Da wir nun eine so schwierige Aufgabe vorhaben, unsere Macht diese zu erreichen aber sehr gering, und das vorhandene zuverlässige Material für den Einzelnen äusserst dürftig ist, so habe ich mir erlaubt *die geometrische Zeichnung* in Vorschlag zu bringen, damit auch die Ergebnisse der verschiedenen Forscher so ziemlich von Allen möglichst genau geprüft werden können. *Die geometrische Zeichnung vermehrt nicht allein dem Einzelnen das Material, sondern sie gestattet auch Messung und Anschauung.* Wie diese aber von Jedem leicht und mit hinreichender Genauigkeit angefertigt werden könne, habe ich in meinem vorigen Schreiben mitgetheilt. Sie hat bei Ihnen die Probe bestanden und **Sie** haben ihr das Imprimatur ertheilt. Ich erlaube mir zunächst in Folgendem auf diesen Gegenstand noch einmal zurückzukommen.

I. *Zur geometrischen Zeichnung.*

(Fortsetzung.)

a) Befestigung des Gegenstandes beim Zeichnen.

In *vielen Fällen* lassen sich Messungen besser und oft sicherer an den geometrischen Zeichnungen vornehmen als an der Natur selbst.[2]) Ich brauche nur an hier oder dort anzulegende Ordinaten und Abscissen zu erinnern, so wird das Gesagte

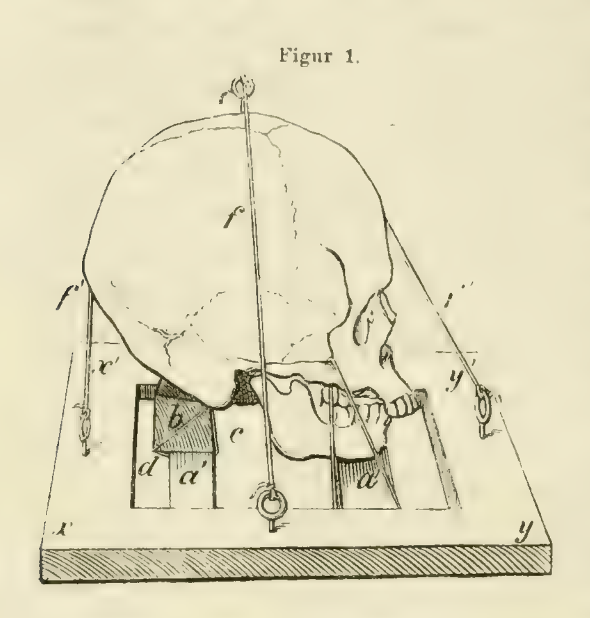
---

[2]) Anmerkung. Herr Welcker sagt in seinem einleitenden Wort (IX pag.): Lucae schlägt vor (pag. 23 Morphoogie), die für die Zwecke der Kraniologie nöthigen Messungen nicht an den Schädeln selbst, sondern an deren Zeichnungen auszuführen; dagegen glaubt derselbe, „dass die Messung durch Zollstab, Zirkel und Winkel leichter, rascher und sicherer an der geometrischen Zeichnung genommen werden könne als an der Natur selbst."

Herr Welcker sagt mir hier zwei Unwahrheiten nach. Einmal, dass ich *vorschlage nicht an den Schädeln selbst, sondern an den Zeichnungen zu messen*, und zweitens, dass ich behaupte, dass die Messung (in jedem Fall) rascher und sicherer von der Zeichnung genommen werden könne als an der Natur selbst. — Nachdem ich die Nothwendigkeit der Messung anerkannt, jedoch die Schwierigkeit und Unsicherheit derselben besprochen habe, sage ich weiter: „Endlich muss ich noch ganz besonders hervorheben, dass die geometrische Zeichnung als Mittel für die Messung selbst von ausgezeichnetem Nutzen ist. Die Erfahrung hat mich hinreichend gelehrt, dass die Messung durch Zollstab, Zirkel und Winkel leichter, rascher und sicherer an der geometrischen Zeichnung genommen werden kann als in sehr vielen Fällen an der Natur selbst." Durch Weglassen der gesperrt gedruckten Worte hat Herr Welcker freilich dem Satze eine andere Bedeutung gegeben.

einleuchten. Soll eben dieses in vollkommenster Weise und in jeder Richtung vollbracht werden, so ist es ganz besonders von Wichtigkeit, dass die Zeichnungen eines Gegenstandes von verschiedenen und entgegengesetzten Seiten sich auf das Genauste entsprechen. Zu diesem Behufe ist es ausdrücklich nöthig, dass der Kopf, ohne dass seine Lage verändert werde, von verschiedenen Seiten gezeichnet werden kann. (Fig. 1.)

Figur 1.



Ich habe dies dadurch erreicht, dass ich den Schädel durch eine Ohrschraube und mittels feiner und starker Kordel auf einen Rahmen befestigte, wie beistehende Figur zeigt. Dieser genau im Loth aus Eichenholz angefertigte Rahmen (x y) enthält zwei schmale, starke, gut eingepasste verschiebbare Leistchen (a' a), auf welchen der Kopf ruht. Diese Leistchen müssen verschoben werden können, da ja die verschiedene Grösse der Köpfe das eine Mal weiter hinten, das andere Mal weiter vornen einen Stützpunkt verlangt. Das Klötzchen (b) wird aus demselben Grunde bald höher, bald niederer sein müssen, und desshalb wende ich mehrere solcher von verschiedener Grösse, welche gleichmässig in zwei Stifte des verschiebbaren Brettchens (a') passen, an. Nachdem ich den Schädel in die richtige Stellung mit dem oberen Rande des Jochbogens horizontal gestellt habe, binde ich zuerst zwei Faden durch die foramina condyloidea antica, das vordere Ende (d) nach hinten und das hintere (c) nach vornen, um das Brettchen (a') geschlagen, unter demselben fest. Von dem Jochbogen aus schlinge ich ebenso zwei Fäden um das vordere Brett (a). Ist dieses geschehen, so ziehe ich von der auf dem Scheitel des Schädels befestigten Ohrschraube nach den auf dem Rahmen eingeschraubten die zum Festhalten nöthigen Fäden (f).

Soll der Schädel von oben abgezeichnet werden, so lege ich den Rahmen horizontal unter meine Glastafel. Will ich die Seiten-, die Vorder- oder Hinter-Ansicht machen, so stelle ich den Rahmen ($x.y$) aufrecht, befestige ihn mit Schraubzwingen an meinen Zeichentisch und prüfe mit einem Winkelmaass oder Senkblei seine senkrechte Stellung. Will man nun aber die untere Ansicht zeichnen, so schraube man den Rahmen horizontal unter die Glastafel. Die schmaleren Brettchen ($a.$ a') lassen

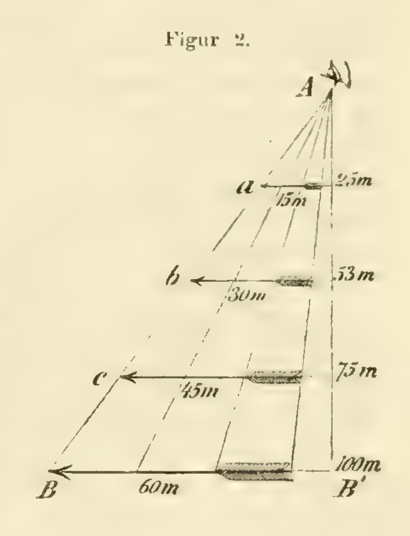
hinreichend Raum die untere Ansicht zu zeichnen. Auf diese Art lässt sich das Gewünschte vollkommen erreichen.[3])

b) Vom Verkleinern geometrischer Zeichnungen.

Will man die geometrische Zeichnung, welche ja der Natur an Grösse gänzlich gleich ist, verkleinern, so wird das Heft I. S. 16 abgebildete Instrument hierzu vollkommen ausreichen. Es wird hierbei nur der Diopter in Anwendung gebracht; das Fadenkreuz bleibt unberücksichtigt, denn es wird hier mit einem feststehenden Augenpunkt gezeichnet. Gut wird es aber sein, dass man, weil der Fuss des Instrumentes oder der Ring des Fadenkreuzes eine oder die andere Stelle der unter der Glastafel liegenden Zeichnung verdeckt, zuerst mittels des Diopter und des Fadenkreuzes einen Punkt unter dem Kreuzungsfaden auf dem Glase bezeichnet, damit, wenn man das Instrument anders zu stellen genöthigt wird, die erste Stelle, von der die Zeichnung bisher angefertigt ist, wiederfindet.

Das Verfahren ist ganz einfach. Man legt die geometrische Zeichnung in grösserer oder kleinerer Entfernung unter das Glas, setzt das Instrument auf letzteres und umgeht nun auf demselben, durch den Diopter sehend, die Contouren jener geometrischen Zeichnung. Von der Entfernung der Zeichnung von dem Glase, oder von der Entfernung des letzteren von dem Diopter, hängt nun der Grad der Verkleinerung ab. Ist nämlich das Auge und die geometrische Zeichnung gleich weit von der Glastafel entfernt, so erhält das Bild die halbe Grösse. Ist das Bild nur $\frac{1}{4}$ vom Auge, aber $\frac{3}{4}$ vom Glase entfernt, so erhalten wir $\frac{1}{4}$ der Grösse des Originals. Ist aber das Auge $\frac{3}{4}$, das Original nur $\frac{1}{4}$ vom Glase entfernt, so erhalten wir $\frac{3}{4}$ der natürlichen Grösse.[4]) Dass dabei alle einzelnen Theile in gleichem Verhältniss bleiben und gleichmässig verkleinert werden, dass also keine Verkürzungen und Verschiebungen wie bei dem perspectivischen Zeichnen eines Körpers vorkommen, wird nebenstehende Figur gleichfalls deutlich machen. Aus derselben ist auch ersichtlich,

Figur 2.



[3]) Anmerkung. Für Thierschädel lassen sich ähnliche Rahmen verwenden.

[4]) Anmerkung. Ist das Auge in *A*, der Gegenstand aber in *B* 100 Mm. von ersterem entfernt, so wird die Zeichnung, welche 60 Mm. gross ist, auf einer Glastafel die 75 Mm. vom Auge entfernt ist, auf *45* Mm., auf der Glastafel *b* auf *30* Mm. und auf der Glastafel *a* auf *15* Mm. verkleinert werden.

dass der Diopter wenigsten für unsere Zwecke nicht senkrecht uber dem Original zu stehen braucht. Man sieht daraus, dass auf diese Weise eine jede beliebige Verkleinerung sicher zu erzielen ist.

Wenn Sie übrigens der Ansicht sind, dass die Contouren auf dem Glase zu dick und zu stark für solche Verkleinerung würden, so darf ich versichern, dass eine leichte Hand, eine *gute englische Tusche und eine feine Stahlfeder grade gestellt* den feinsten Contour zu vollbringen im Stande sind. Noch leichter aber ist es, wenn man punktirt und erst auf der Pause die Punkte durch Linien vereinigt.[5])

---

[5]) Anmerkung. In seinem neuesten Werk „Vorlesungen über den Menschen, seine Stellung in der Schöpfung und in der Geschichte der Erde. Giessen 1863." sagt Herr Karl Vogt pag. 87: „Man muss gestehen, dass das geometrische Zeichnen für Jemanden, der auf das gewöhnliche Zeichnen eingeübt ist, ganz ausserordentliche Schwierigkeiten hat, und dass man, um es zu üben, ganz von allen bisher befolgten Regeln abweichen und sich zur reinen Maschine herabdrucken muss" und ferner: „Ich besitze das Lucae'sche Instrument selbst und muss nun nach einiger Uebung mit demselben sagen, dass man allerdings in verhältnissmassig kurzer Zeit eine richtige Contourzeichnung erhalten kann, die indessen immer etwas grob sein wird, da die Glastafel die Flüssigkeit, mit welcher man zeichnet, sei es nun gewöhnliche oder lithographische Tinte nur in sehr ungleicher Weise annimmt. Vor Allem aber ist es bei dem praktischen Gebrauche dieses Instrumentes nöthig, auf die Vertheilung des Lichtes gehörig zu achten. Während man zu jeder malerischen Zeichnung das Licht nur von einer Seite zu erhalten sich bemuht, die Ateliers und Zeichensäle so einrichtet, dass nur ein grosses Fenster sie von einer Seite her erhellt, damit Licht- und Schattenmassen gehörig vertheilt und begrenzt seien, sollte man im Gegentheile die geometrischen Zeichnungen in einem von allen Seiten erhellten Glaspavillon machen, wo nur Licht und kein Schatten wäre. Das feine Loch des Diopters nämlich, durch welches man visiren muss, raubt so viel Licht, dass man bei einseitiger Beleuchtung des Gegenstandes häufig entweder das schwarze Fadenkreuz oder den zu zeichnenden Punkt auf der beschatteten Seite des Gegenstandes gar nicht sieht und so aller Anstrengung ungeachtet die Zeichnung in diesen Gegenden unvollendet lassen oder aus freier Hand nachtragen muss. Ich habe mir zwar häufig dadurch geholfen, dass ich bei Anlegung des Contours die Schattenseite kunstlich mittels einer Kerze oder Lampe beleuchtete, allein das ist auch oft nur eine magere Hilfe und führt zuweilen noch den Uebelstand mit sich, dass die Glastafel selbst der Hitze des Lichtes ausgesetzt werden muss." —

Der geniale Vogt muss doch von meinem Frankfurter Landsmann Dr. Berna auf der Reise nach dem Nordkap recht verwöhnt worden sein, dass er so viel Comfort verlangt und so viel Umstände macht, bis er eine geometrische Zeichnung von einem Schädel vollendet. Es wundert mich, dass unser tuchtiger Kunstler Hasselhorst, der mir schon so manchen guten Rath gegeben, ihm nichts von seiner Umständlichkeit abgewöhnt hat. Dass man zur Maschine herabgedruckt wird, ist wahrhaftig mehr, allein hier ist der grosse Vortheil, dass man auch nichts in die Zeichnung hineinlegen kann, was nicht im Object ist. Ein jeder Schreiber oder Tertianer oder Gewerbeschüler, wenn er an Punktlichkeit in der Arbeit gewöhnt ist, wird die Sache wohl leichter nehmen und besser machen als wir selbst. Statt des Glaspavillons wird ein Tisch am Fenster, auf dem sonst das Mikroskop steht, ausreichen und statt des Lichtes nimmt man, um die beschattete Seite zu erleuchten, einen kleinen Spiegel unter die Glastafel, damit dieser das Licht des Fensters reflectirt. Ist der zu zeichnende Gegenstand hell, so gibt man ihm eine dunkle Unterlage und gebraucht das schwarze Fadenkreuz,

Es ist für die Vergleichung von Schädeln von grösster Wichtigkeit, *dass man die Zeichnungen auf ein gemeinsames Maass zurückführe;* z. B., dass man die Länge aller Schadel oder der Schädelbasis etc. auf eine gleiche Zahl Millimeter bringe. Man erreicht dies auf folgende Weise: Unter die Glastafel (am zweckmässigsten auf ein Tischchen, dessen Platte durch eine Schraube höher und niederer gestellt werden kann) legt man die Zeichnung und misst mit einem Millimeter, welchen man auf das Glas gelegt, durch den Diopter sehend die Ausdehnung der in Frage kommenden Stellen des Bildes. Erscheint nun das darunter liegende Original grösser oder kleiner als das verlangte Maass, so entfernt oder nahert man das Original der Glastafel. Die feinere Einstellung erzielt man zuletzt durch Hoher- oder Tieferstellen des Diopters an dem Instrumente (pag. 16). Doch auch vergrossern kann man mit unserem Apparat das auf die Glastafel gezeichnete Bild, indem man durch den Diopter sehend der Contour dieses Bildes auf einem Papier, welches in einiger Entfernung unter der Glastafel liegt, nachfährt. Auch hier wird wieder die Vergrosserung je nach der Entfernung des Gegenstandes vom Glase oder dieses letzteren vom Auge grosser oder geringer werden. Ein Menschenschädel z. B., der auf dem Glase *A* in natürlicher Grösse ist, wird auf dem Papier, welches in *B* liegt, gerade um das Doppelte vergrossert werden. Freilich ist hier die Anwendung insofern eine bedingte, als der Raum zwischen dem Papier und dem Glase der zeichnenden Hand freien Spielraum gestatten muss.[6])

c) Durchschnitte von einem Gegenstande zu zeichnen.

Ich habe nun noch eines Verfahrens Erwahnung zu thun, welches uns in Stand setzt, von jedem Korper beliebige geometrische Durchschnitts-Zeichnungen anzufertigen

Im Frühjahre 1843 zeigte Herr von der Launitz eine zu diesem Zweck angefertigte Maschine in einer Sitzung der Senckenbergischen Gesellschaft vor. Ich habe dieselbe öfters gebraucht, und hinreichende Gelegenheit gehabt, ihre Trefflichkeit zu

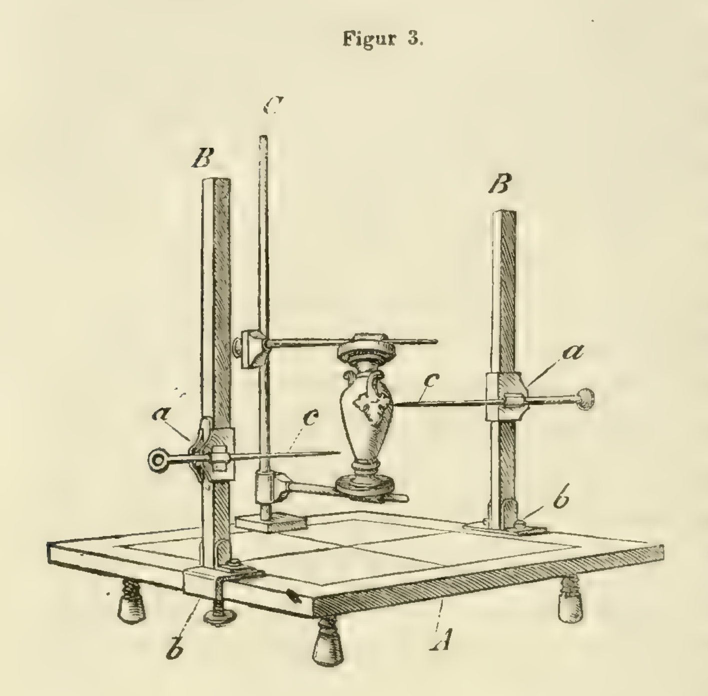
---

st er aber dunkel, so gibt man ihm eine helle Unterlage und schabt auf das Fadenkreuz ein wenig weisse Kreide. Voilà tout! Dass aber das geometrische Bild, wenn es durch Schatten und Licht gut ausgeführt ist, kein „unrichtig scheinendes Bild" liefert, beweisen die neuesten Zeichnungen von A. Ecker (Crania Germaniae. I. Heft. Freiburg 1863.) auf Tafel V und VI die Schädel heutiger Bewohner aus der Umgegend der Ebringer Grabstätte darstellend.

[6]) Anmerkung. Für vergleichend anatomische und physiologische Studien eignet sich dieses Verfahren ganz besonders dann, wenn man Schädel verschiedener Grosse, z. B. denSchädel eines Insectenfressers und eines grosseren Raubthieres der besseren Vergleichung halber auf Eine Grösse bringen will.

erproben. Da Herr von der Launitz mit seiner Anatomie fur Künstler (welche auch den Anatomen erwünscht sein würde) noch immer nicht hervortritt, und dieser von ihm benannte Orthometer desshalb noch nicht bekannt geworden ist, so erlaube ich mir ihn hier zu beschreiben und nebenstehende Zeichnung des Herrn von der Launitz beizufügen. (Fig. 3.)

Figur 3.



A ist eine vierkantige viereckige Tafel von einem guten doppelt geleimten trockenen Holze, das sich nicht wirft. Die vier Füsschen auf der unteren Seite der Platte sind mit Stellschrauben versehen, um die Platte auf jeder unebenen Fläche feststehend zu machen. Die obere Fläche dieser Platte ist in gleichgrosse (5‴) Quadrate getheilt und diese sind mit Nummern bezeichnet. *B* sind zwei senkrecht aufsteigende vierkantige Stangen, welche an ihrem unteren Ende mittels eines metallenen mit Schrauben (*b*) versehenen Beschlages, an jeder beliebigen Stelle am Rande der Platte *A* angeschraubt werden können. An diesem Beschlag ist nach innen eine kleine eiserne Spitze angebracht welche zur genauen Bezeichnung der Stelle, an welcher die Stangen *B* stehen sollen, dient. Die senkrechten vierkantigen Stangen *B* sind an ihren innern und seitlichen Flächen mit einer Anzahl kleiner horizontaler Striche versehen, welche genau so weit von einander entfernt sind wie die Linien der Quadrate auf der oberen Fläche der Platte *A*. Die Nummern, welche diese Linien bezeichnen, fangen von unten an, beginnen aber erst in der Höhe einiger Zoll von der Platte, da der Apparat *C*, welcher zum Festhalten des Gegenstandes dient, letzteren nicht auf das Niveau der Platte *A* herablässt. Auf die Stangen *B* ist eine Hülse (*a*) gesteckt, welche durch eine Feder gegen die Stangen festgedrückt wird, die aber dennoch sich an denselben bequem auf- und niederschieben lässt. Diese Hülse hat an einer ihrer Seiten eine kleine Rohre, deren Richtung wagerecht ist und durch die ein ganz grader runder Draht (*c*) gesteckt wird. Das eine Ende dieses Drahtes ist spitz, das äussere aber enthält einen Knopf, an welchem

die Nadel vor- und zurückgeschoben werden kann. Auf dieser Röhre ist ein Loch angebracht, welches mit der vorderen Kante der senkrechten Stangen B zusammenfällt und den Punkt darstellt, von dem aus die Länge der verschobenen Nadel gemessen wird.

Um nun graphische Aufrisse zu machen bedarf man ein Papier, welches gleich der Fläche der Platte A in Quadrate eingetheilt und mit gleichen Nummern versehen ist. (Man kann sich solcher Blätter eine Menge lithographiren lassen, damit man sie vorkommenden Falls zur Hand hat.) Auf diese wird der Quer- und Längsschnitt, sowie der Grundriss niedergezeichnet. Um ersteren anzufertigen, werden die Stangen B auf der Platte A von einer Seite zur andern verrückt und die in gleicher Höhe an jenen Stangen bleibende Nadel zur Oberfläche des Gegenstandes vorgeschoben, ihre Länge dabei jedesmal mit dem Zirkel gemessen und auf dem Papier an der entsprechenden Stelle abgestochen. Bei Aufrissen wird dagegen die Kapsel (a) an der Stange (B) verschoben, und so gleichfalls von Stelle zu Stelle die Länge der den Gegenstand berührenden Nadel gemessen und dann auf dem Blatt Papier abgestochen.[7])

So habe ich denn Alles, was sich auf das Anfertigen geometrischer Zeichnungen bezieht, sowie die Verwendbarkeit unserer Apparate nach verschiedener Richtung mitgetheilt. Wenn die Collegen diesen Mittheilungen ihre Aufmerksamkeit zuwenden wollten, so hoffe ich davon nicht blos für die vergleichende Anthropologie, sondern auch für die Anatomie, die Zootomie und die Physiologie mannigfachen Nutzen.

Ein weiterer Vortheil besteht darin, dass von den Autoren selbst verfertigte zwar einfachere und weniger schöne, aber auch weniger kostspielige und dabei viel correctere Zeichnungen, als sie bisher von Künstlern dargestellt wurden, für die Zukunft erscheinen werden. Um so mehr dürfte dies der Fall sein, wenn die Collegen bedenken wollen, dass Zeichnen auf Stein keine grössere Kunstfertigkeit als das auf Papier voraussetzt.

Zum Schluss muss ich hier noch ein Factum erwähnen, welches dem von Naturforschern sowie von Künstlern gemachten Vorwurf, *dass die geometrische Zeichnung für die gewöhnliche Betrachtungsweise ein unrichtig scheinendes Bild liefere*, begegnen soll.

---

[7]) Anmerkung. Herr Professor Aeby in Basel hat in seinem kürzlich erschienenen Werke: „Eine neue Methode zur Bestimmung der Schädelform von Menschen und Säugethieren. Braunschweig 1862." einen Apparat bekannt gemacht, der dem Launitz'schen ähnlich ist, jedoch grössere Vollkommenheit besitzt, indem man ohne Zirkel die Zahlen direct vom Apparat erhält. — Auch im Lehrbuch der plastischen Anatomie von Dr. E. Harless, Stuttgart 1856, findet sich auf pag. 162 ein Projectionsapparat abgebildet.

Ich glaubte den Gegenbeweis am besten liefern zu können, wenn ich ein Bild einer bekannten Büste geometrisch zeichnete und vollständig ausführte. — An ein Portrait macht man mehr Anforderungen als an die Abbildung eines anderen Gegenstandes. Man verlangt die Feinheiten der Gesichtsbildung und vor allem Aehnlichkeit in demselben zu finden.

Ich habe die von Launitz genial ausgeführte Büste des Anatomen Th. v. Soemmerring von einem Schüler unseres Städel'schen Kunstinstituts geometrisch zeichnen und möglichst genau schattiren lassen. Dadurch, dass man bei dem geometrischen Bild mehr zu sehen bekömmt als bei dem perspectivischen, also z. B. in der Ansicht von vorn zugleich mehr von den beiden Seiten wahrnimmt, kommt es, dass das geometrische Bild, wenn es gut schattirt ist, weit mehr *körperlich hervortritt* als das perspectivische. Dies ist denn auch mit unserem Bilde der Fall. Die perspectivische Zeichnung, die wir gleichfalls ausgeführt, sieht unansehnlich neben jener aus. (Vid. Taf. XI und XII.)

Ich führte nun Männer, die Bilder zu beurtheilen verstehen, wie Hrn. Hofrath Dr. W. Soemmerring, unsern trefflichen Hasselhorst, den Kupferstecher Schäfer, durch seine *Madonna della Sedia* berühmt, Schertle, dessen Portraits der Abgeordneten der Nationalversammlung hinreichend bekannt sind, vor meine Staffelei, und Alle waren in jeder Hinsicht mit der Zeichnung zufrieden, ja rühmten ganz besonders das Plastische in dem Kopfe. Keinem aber fiel ein, dass dieses ein geometrisches Bild wäre. Unser Bildhauer Launitz erkannte nur dadurch die geometrische Zeichnung, dass er die geraden Linien der Unterlage sah, welche ich den Andern verhüllt hatte. Selbst die fünfjährige Urenkelin Soemmerring's erkannte augenblicklich in der Zeichnung die Büste, „welche im Grosspapa seinem blauen Zimmer steht“.

Allen Diesen war die Büste hinreichend bekannt, und Alle hatten ein lebendiges Bild von derselben in sich. Es war mir nun darum zu thun, auch ein Urtheil Derer zu hören, welche die Büste nicht kannten. Ihnen stellte ich daher die Büste in einiger Entfernung von der Zeichnung auf. Kaum Einer fand eine vollkommene Aehnlichkeit, und nur Diejenigen, welche die Büste sich erst von mehreren Seiten betrachtet und ein rasches Bild von derselben angeeignet hatten, hielten die Zeichnung für gelungen; Keiner von Allen aber sah in dem Bilde eine Monstrosität, welche selbst Maler, die ich zur Ausführung meines Projectes aufgefordert hatte, vermutheten.

Ich glaube in diesem Factum einen Beweis dafür, *dass wir geometrische und keineswegs perspectivische Bilder der Gegenstände in uns tragen*, zu erkennen.

Gestatten Sie mir nun noch einige Bemerkungen über

Leimausgüsse und die Bestimmung des Volums des Schädelinhalts.

Um den inneren Raum der Schädelhöhle anschaulich darzustellen, habe ich den Leimausguss vorgeschlagen und ich finde ihn um so empfehlenswerther, als er leicht anzufertigen ist und nicht blos die genauste Darstellung der Schädelhöhle und die Form des Gehirns in seinen grösseren Verhältnissen gestattet, sondern auch in Durchschnitten den Umfang der verschiedenen Schädelkammern und durch Wiegen derselben sichere Anhaltspunkte für die Werthbestimmung und die Verhältnisse derselben untereinander darbietet. Konnte ich sie aber für die gegenseitigen Gewichtsverhältnisse der einzelnen Kammern ein und desselben Ausgusses vollständig empfehlen, so äusserte ich mein Misstrauen gegen das richtige Gewichtsverhältniss des einen Ausgusses gegen den andern. Ich habe mich durch Wiegen vor und nach dem Trocknen überzeugt, dass, trotzdem dass sechs Ausgüsse zu gleicher Zeit aus ein und derselben flüssigen Leimmasse dargestellt wurden, die chemische Beschaffenheit der einzelnen verschieden ist. Wie viel grösser mag daher der Unterschied bei aus verschiedenen Massen und zu verschiedener Zeit dargestellten Ausgüssen sein! Ich habe es daher für besser gefunden, statt des Gewichts des Leimausgusses das Volum desselben und das Volum seiner einzelnen Theile nach einem mit einer senkrechten graduirten Glasröhre versehenen Gefäss durch Wasser zu bestimmen. Aber wohl noch empfehlenswerther ist es, wenn man mit erwärmter Guttapercha die einzelnen Kammern längs der Nähte der Knochen abschliesst und mit Fruchtkörnern die entsprechenden Hälften des Schädeldurchschnitts ausfüllt. Ich habe beiderlei Verfahren angewendet. Letztere Art wählte ich jedoch auch noch desshalb, weil die Wenigsten meinem Rath, die zu untersuchenden *Rassenschädel* zu durchschneiden, folgen werden, die Meisten hingegen den Innenraum einfach mit Fruchtkörnern ausfüllen.[8])

---

[8]) Anmerkung. Dass L. Fick einen Neger- und mehrere Thierschädel senkrecht durchschnitten und verglichen hat, und dass Virchow's Untersuchungen uber die Schädelbasis auf senkrechten Durchschnitten von Schädeln beruhen, ist bekannt; dass dies aber behufs ethnographischer Studien noch nicht geschehen, und namentlich in grosserer Ausdehnung nicht geschehen, ist ebenso gewiss. Letzteres scheint Herr Welcker (l. c. pg. X Anmerk.) nicht zu berucksichtigen, wie er uberhaupt an mehreren Stellen in seinen Bemerkungen gegen mich ubersieht, dass ich in meiner Morphologie der Rassenschädel es mit der ethnographischen Kraniologie und nicht mit der Kraniologie überhaupt zu thun habe. Dass in jener aber die sichere Basis noch ganz und gar fehlt, da hier erst noch eingerissen werden muss, ehe an ein Aufbauen zu denken, und dass daher der Zustand derselben ein

II. Ueber die prognathe und orthognathe Schädelform und die Schädelbasis.

Bei Betrachtung der prognathen und orthognathen Schädelform in meinem vorhergehenden Schreiben sah ich mich bei Vergleichung von einem Papua, sechs Australnegern und sechs Europäern rücksichtlich dieser Schädel zu dem Ausspruch berechtigt:

1. dass weder rücksichtlich der Länge der ganzen noch der der vorderen Schädelbasis ein bemerkenswerther Unterschied zwischen unseren Australnegern *und dem Papua* einerseits und den Europäern andererseits besteht[9]). Ebensowenig ist bei diesen Schädeln irgend ein Verhältniss zwischen der Länge der vorderen Schädelgrube (Siebbein und vorderem Keilbeinkörper) und der Länge der Kiefer (Ende der Gaumplatte bis zur Alveole) aufzufinden.

2. dass sowohl bei den Australnegern *und dem Papua* als bei den Europäern der Sattelwinkel einmal grösser, das andere Mal kleiner ist, dass seine Grösse aber am wenigsten eine Beziehung (wie Virchow angiebt) zur orthognathen und prognathen Gesichtsform hat.

---

keineswegs beneidenswerther ist, wird wohl Herr Welcker zugestehen müssen. So lange man noch von Negern spricht und so lange man noch Schädel *deutsche* nennt, weil sie sich auf einer deutschen Anatomie befinden, sieht es doch noch ein bischen verdächtig mit den nächsten Resultaten und dem Typus des deutschen Schädels aus. Ebenso ist es mit den Messungen. Diese führen in der Entwicklung des Schädels leichter zu Resultaten als in der ethnologischen Kraniologie. Die verschiedenen Verhältnisse zwischen dem Kinderschädel und dem Schädel des Erwachsenen sind leichter zu erkennen als zwischen nahe verwandten Volksstämmen. Ebenso wenig ist es gerechtfertigt, wenn Herr Welcker behauptet (l. c. pag. 20), dass ich die Knochen nur für „Passivorgane“ halte. Ich glaube dies mit Seite 70 meiner Architectur beweisen zu können.

[9]) Anmerkung. Pag. 59 und 60 sagt Herr Welcker: Blicken wir auf die Aussage der Autoren. So behauptet Lucae und hebt es als eines seiner Resultate hervor, dass weder rucksichtlich der Länge der ganzen noch der vorderen Schädelbasis *ein bemerkenswerther Unterschied zwischen unsern Australnegern und unsern Europaern* bestehe. Die Australneger sind auch die meinen, die Europaer freilich nicht. Australneger und Deutsche verhalten sich in der beregten Beziehung aber diametral entgegengesetzt.

Sollte denn Herr Professor Welcker nicht eingesehen haben, dass ich mit den Australnegern überhaupt die *prognathen* Schädel (also auch den *Papua*) verstanden habe? Weiss ich doch recht gut, dass unsere Australneger selbst eine noch längere Schädelbasis haben als Herr Welcker meint.

3. dass der auf obige Weise construirte Gesichtswinkel ebensowenig als die Gesichtsbasis ein wirkliches Maass für die pro- und orthognathe Gesichtsform abgeben kann[10]).

Wenn sich auch an einzelnen Punkten zwischen den Australiern und den Europäern entschiedene Unterschiede aussprechen, so wurden sie doch durch die Grössen- und Winkelverhältnisse des Papua fast immer umgestossen. *Die vordere Schädelbasis* zeigt bei den fünf männlichen Europäern im Mittel 60 Mm., bei den Australiern 64 Mm., bei dem Papua aber 62 Mm. *Die ganze Schädelbasis* beträgt bei den Europäern 101, bei den Australiern 106, bei dem Papua 98 Mm.; *die Gesichtsbasis* bei den Europäern 98, bei den Australiern 102, bei dem Papua 93 Mm. *Der Nasenwinkel* ist bei den Europäern 68, bei den Australiern 70, bei dem Papua 69°, wahrend *der Sattelwinkel* bei den Europäern 112, bei den Australiern 111 und bei dem Papua 119° beträgt. —

Wenn nun aber auch die Mittelwerthe dieser Köpfe keinen Anhaltspunkt für eine Untersuchung darboten und man hiernach allen Muth zu einer weiteren Prüfung dieser Verhältnisse verlieren sollte, so fanden sich doch im Einzelnen Andeutungen, die zu Erwartungen berechtigten. So war es z. B. auffallend, dass unter den prognathesten Schädeln sowohl der Europäer als auch der Australier gerade der Sattelwinkel am grössten und bei den orthognathesten am kleinsten war. Auch zeigte sich der Nasenwinkel bei allen prognathen Schädeln grösser. Ebenso war die Schädel- und Gesichtsbasis bei den Australiern entschieden grösser. Es kam nun noch besonders hinzu, dass ich mehrere pathologische Schädel extrem prognather und orthognather Form durchgesägt hatte und auch hier die Grösse des Sattelwinkels in jener Weise ausgesprochen fand.

Ich habe daher ausgedehntere Prüfungen angestellt und benutze diese Gelegenheit Ihnen dieselben in Beifolgendem vorzulegen.

---

[10]) Herr Welcker sagt pag. 48.: „Gewährt der Winkel an der Nasenwurzel einen zureichenden Ausdruck des Maasses der vorhandenen Orthognathie und Prognathie? Von Lucae wurde in jüngster Zeit die hier erhobene Frage mit Entschiedenheit verneint.“ Ferner: „Wenn Lucae die Ansicht ausspricht, dass die Längslinie der Schädelbasis mit der Ausdehnung des Schädels nach unten in gar keiner Beziehung stehe, und er hiermit eine der besten Errungenschaften der Virchow'schen Schädeluntersuchung Preis giebt, so muss ich, gestützt auf die nachfolgenden Ermittelungen, mit Entschiedenheit widersprechen.“

Herr Welcker ist vor lauter Entschiedenheit sehr im Unrecht, denn von alle Dem steht ganz *entschieden* auch kein Wort in meiner Schrift. Ich rede an dieser Stelle (pag. 40) weder *von der Schadelbasis noch dem Nasenwinkel.* Ich spreche vom *Gesichtswinkel.*


Scaphocephalus.

Platycephalus.

Wie erwähnt, veranlassten mich noch ganz besonders zwei pathologische Schädel zur Fortsetzung dieser Untersuchung. Ich füge sie in nebenstehenden Holzschnitten bei. Der eine stellt den Durchschnitt jenes neulich erwähnten Dolichocephalus (*Scaphocephalus*) (Architectur Taf. 3) dar, der andere den des *Platycephalus*, welcher auf Tafel V daselbst abgebildet ist.

Bei dem ersten dieser Schädel findet sich eine frühzeitige Synostose der Scheitelbeine, und wir sehen das Cranium nach hinten und vornen sowie nach unten ausgedehnt. In dem andern finden sich Synostosen in der sut. coronalis und einseitig eine Verwachsung in dem vorderen Theile der Schuppennaht. Das Schädeldach ist in seiner Ausdehnung nach vorn und oben behindert. — Bei letzterem besteht eine sehr stark prognathe, bei ersterem eine übermässig orthognathe Gesichtsbildung.

Legen wir nun beide Durchschnitte übereinander, so finden wir, da die Nasenwurzel und das hintere Ende der Pars basilaris ossis occipitis einander decken, die Schädelbasis in beiden

gleich. In ersterem ist der Winkel, welcher von dem Boden der vorderen Schädelgrube und dem Clivus gebildet wird, ein spitzer (120°), in letzterem ein stumpfer (156°). Legen wir dagegen nur die Partes basilares ossis occipitis aufeinander, so dass die hinteren und vorderen Ränder des Durchschnitts in beiden sich decken, so findet man den von uns gemessenen Sattelwinkel Virchow's (Planum sphenoidale und die innere Fläche der Pars basilaris) in beiden gleich. Für das Gesicht finde ich Folgendes zu erwähnen: Die Entfernung vom hinteren Ende des Vomer zur Nasenwurzel, die Entfernung zwischen dem vorderen Ende des Hinterhauptloches und der Spina nasalis, zwischen dieser und der Nasenwurzel, sowie endlich die Ausdehnung des Gaumentheiles von vorn nach hinten ist bei dem prognathen Schädel grösser. Der Nasenwinkel, wie er von Virchow gezogen wird, ist in beiden Schädeln gleich; wird aber der hintere Schenkel statt an das untere Ende des Keilbeins längs der Schädelbasis, also an das vordere Ende des Hinterhauptlochs angelegt, so ist dieser Winkel bei dem prognathen Schädel weit grösser.

Legt man die Schädel so, wie sie im Leben bei aufrechter Stellung und mit dem Blick gerade vorwärts wohl gewesen sein mögen, mit der Axe der Gaumplatte übereinander, so liegt die Schädelbasis (die Linie zwischen Nasenwurzel und vorderem Ende des For. magnum) bei beiden parallel, und der Neigungswinkel dieser zum Horizont ist in beiden 30°. Das ganze Kiefergerüst ist dann nach Höhe und Tiefe bei dem prognathen viel grösser.

Es ist gewiss nicht ungerechtfertigt, anzunehmen, dass bei dem prognathen Schädel das nach vorn und oben sowie nach hinten und unten (es findet sich nämlich auch eine Verwachsung der Zitzennaht) in seiner Entwickelung beschränkte Gehirn sich in der Mitte der Schädelbasis durch Streckung derselben Raum zu erobern strebte und daher die mehr gestreckte Schädelbasis zu Stande kam. Bei dem orthognathen Schädel aber scheint das oben in seiner Seitenausbreitung beschränkte Gehirn durch Ausdehnung nach vorn und hinten, zugleich aber auch an diesen beiden Stellen nach unten, die starke Knickung der Schädelbasis veranlasst zu haben.

Während also bei beiden Schädeln die Länge der Basis gleich ist, übertrifft der prognathe Kopf den andern durch die Länge der Gesichtsbasis, durch Grösse des Nasen- und Sattelwinkels, sowie durch Ausdehnung der Kiefer und der Nasenhöhle nach Höhe und Tiefe.

Dass nun bei dem einen dieser Schädel die so grosse Knickung der Schädelbasis ein höchst wichtiges Moment zur orthognathen Form, bei dem andern die übergrosse

Abflachung ein eben solches zur prognathen Bildung abgab, ist leicht einzusehen; dass aber einen ziemlich gleichen Antheil die Grösse der Kiefer und der Nasenhöhle an diesen Formverhältnissen hatte, ist ebenso gewiss.

Nach Einsicht dieser Verhältnisse muss es nun von Interesse sein, eine grössere Reihe von Schädeln in dieser Richtung mit einander zu vergleichen. Nachdem wir uns an einer grösseren Zahl von Europäern eine festere Basis für die Vergleichung verschafft haben, wollen wir in derselben Richtung die Neger-, die Chinesen- sowie die Australier-Schädel unserer Sammlung durchmustern.

Alle diese Schädel habe ich in nachfolgenden Tabellen nach dem Grade ihres Prognathismus geordnet oder zu ordnen wenigstens angelegentlichst gesucht. Ich bestimme diesen, wie ich schon in meinem vorhergehenden Schreiben angegeben habe, durch eine Ordinate, welche durch die Nasenwurzel gelegt wird, und eine Abscisse, welche in der Axe des Jochbogens (d. h. des engsten Theils desselben an der Verbindung des Schläfenbeines mit dem Jochbeine) liegt.[11]) Mag nun aber diese Axe oder der obere Rand des Jochbogens, wie in Göttingen angenommen wurde, (in den meisten Fällen sind beide ziemlich parallel) der Bestimmung der Horizontallinie zu Grunde gelegt werden, so wird man doch immer auch wiederum Schädeln begegnen, die sich diesen Bestimmungslinien ganz und gar nicht fügen wollen. In dem einen Fall sind sie mit dem Gesicht zu weit nach oben gerichtet, in dem andern sehen sie schief nach unten. Die Schädel des Chinesen XXI. 3, sowie der des Denig, welche gleich den übrigen in den Abbildungen nach dem oberen Rand des Jochbogens gestellt sind, werden dies beweisen.

Das war die Veranlassung, mich nach anderen Stellen umzusehen, die mir als Anhaltspunkt dienen könnten. Ich verglich bei meinen mit dem Durchschnitt und mit der Aussenseite in einander gezeichneten Schädeln die Neigung der Schädelbasis zum wirk-

---

[11]) Anmerkung. Ich habe mich bei dieser Bestimmung ganz der bisher gebräuchlichen Anschauungsweise der Autoren uber prognath und orthognath nach welcher *namlich das Gesicht unter der Stirn mehr oder weniger hervortritt*, angeschlossen.

Herr Welcker bestimmt den Prognathismus nach der Grosse des Nasenwinkels. Es ist daher begreiflich dass sein Prognathismus eine andere Bedeutung als die gewohnliche hat. Nach ihm ist daher der Schädel des Neugebornen prognath, der des Erwachsenen orthognath; der Schadel des Russen und des Deutschen muss nach ihm alsdann prognather als der des Chinesen und des Javanesen sein. Daher kann er auch sagen: „Beim Thier und bei dem Menschen verkleinert sich mit zunehmender Entwickelung der Camper'sche Gesichtswinkel“ (pag. 80 l. c.), trotzdem dass der Schädel des Erwachsenen nach ihm orthognath, der des Kindes aber prognath ist. Nach ihm wird daher der Gesichtswinkel Camper's mit der Orthognathie kleiner und mit der Prognathie grösser.

lichen Horizont mit der von uns angenommenen Horizontalen (Abscisse), und fand bei 60 auf diese Weise gezeichneten Schädeln, dass die Neigung der Schädelbasis zum Horizont zwischen einem Winkel von 22° und 38° schwanke, wenn ich die Schädel nach der Horizontale des Jochbogens gelegt hatte. Ich bemerkte aber, dass diese Endpunkte nur höchst selten vorkommen, dagegen die meisten sich mehr und mehr einem Winkel von 30° näherten, so dass zwischen den Winkel 27° oder 28° und 32° oder 33° die bei weitem meisten Schädel fallen. Da es nun selbstverständlich ist, dass bei höheren Graden das Kiefergerüste weiter vor, die Stirn weiter zurücktritt, bei niederen jedoch das Umgekehrte stattfindet, so ist von nicht geringer Wichtigkeit bei Bestimmung der pro- oder orthognathen Schädelform die Neigung der Schädelbasis mitzuberücksichtigen. In den beigefügten Abbildungen ist Denig zu viel vornüber geneigt. Da nun in dieser Stellung die Schädelbasis eine Neigung von 27° hat, so habe ich denselben in der folgenden Tabelle auf 30° — also zu Gunsten der Prognathie gehoben. Die Schädel Mundo, Schulz und Müller I. aber, welche auf der Tafel etwas mehr nach hinten gesenkt scheinen und welche die Winkel von 36°, 35° und 38° in dieser Stellung zeigen, habe ich auf 35°, 33° und 35° — also zu Gunsten der Orthognathie gesenkt. Ebenso bin ich mit dem Chinesen XXI. 3, welchen ich von den 22° Neigung (in welcher er nach der Linie des oberen Jochbogenrandes steht) auf 30° in die Höhe hob, verfahren. Die genaue Prüfung der Abbildungen wird zeigen, dass mein Verfahren für diese Schädel vollkommen gerechtfertigt war. Alle übrigen Schädel sind in der Tabelle nach dem Jochbogen gestellt.

Rücksichtlich der Tabelle habe ich Folgendes zu bemerken. Die erste Rubrik giebt den Grad der Prognathie. In ihrer ersten Reihe zeigt sie die Entfernung der Stirn von der Ordinate in ihrer grössten Höhe und in ihrer Mitte (die beiden — Abscissen). Die beiden darunter stehenden Zahlen bezeichnen die Abscissen von der Wurzel der Spina nasalis sowie von der Alveole der mittleren Schneidezähne zu der Ordinate (die beiden + Abscissen). Von den dahinter stehenden Zahlen bestimmt die obere die Höhe der Ordinate von der Nasenwurzel zur höchsten Stelle des Schädels, und die untere die Entfernung der Nasenwurzel vom unteren Ende der Alveole der Schneidezähne.

Der *Winkel an dem Sattel* ist gemessen von der Nasenwurzel zu dem Proc. clinoid. med. und von da zum Anfang des For. magnum, der *Nasenwinkel* von der Spina nasalis zur Nasenwurzel und von da zum vorderen Ende des For. magnum. Die *Schädelbasis* ist gemessen von der Nasenwurzel zum For. magnum, die *Gesichtsbasis* vom For. magnum zur Spina nasalis.

Obigen Maassen habe ich noch zugefügt: 1. die *grosse Gesichtsbasis.* Sie läuft senkrecht auf die Ordinate und projicirt sich in dieser Richtung bis über das äusserste Ende des Alveolarfortsatzes. 2. den *grossen Nasenwinkel*, dessen einer Schenkel vom For. magnum zur Nasenwurzel und dessen anderer von da zum vorderen Ende der Alveole des Schneidezahnes geht.

Rücksichtlich der Schädel habe ich noch zu bemerken, dass alle in der Medianebene senkrecht durchschnitten und gezeichnet, dann an der Natur und an den Zeichnungen mehrmals gemessen und geprüft worden sind. Die Nummern des Katalogs der Senckenbergischen Sammlung wurden beigefügt, damit die Möglichkeit einer wiederholten Prüfung gestattet sei.

Tabelle A, Nr. 1.

Name.	— und + Abscisse.	Nasenwinkel.	Sattelwinkel.	Schädelbasis.	Gesichtsbasis.	Grosser Nasenw.	Grosse Gesichtsb.	Abscisse vom For. magn. z. Ordinate.
1. Zwick	—65 —10 + 0 $\frac{80}{70}$	59	131	101	86	59	87	87
2. Klein	—80 — 4 + 2 + 0 $\frac{80}{73}$	62	145	103	94	62	91	91
3. Denig	—75 —10 + 0 + 3 $\frac{80}{70}$	61	136	102	90	64	90	87
4. Schumacher	—90 — 4 + 5 + 8 $\frac{90}{62}$	68	138	101	90	68	95	87
5. I. a 209	—60 — 6 + 4 + 8 $\frac{80}{74}$	64	130	100	91	68	96	88
6. Mundo	—80 — 5 + 5 +10 $\frac{80}{75}$	64	139	96	88	66	90	80
Mittel aus 1—6	—6,5 +4,8	63	136,5	100,5	89,8	64,5	91,5	86,6

Tabelle A, Nr. 2.

Name	— und + Abscisse.	Nasen-winkel.	Sattel-winkel.	Schädel-basis.	Gesichts-basis.	Grosser Nasenw.	Grosse Gesichtsb.	Abscisse vom For. magn. z. Ordinate.
7. Rheinhardt	—80 — 8 + 9 +10	69	134	98	93	69	92	82
8. Müller II.	— 3 80 +11 65	75	137	102	101	75	100	89
9. Klänke	—70 — 6 85 + 6 70 +12	74	136	102	95	76	100	88
10. I. a 208	—10 90 + 4 70 +12	69	137	105	100	74	104	92
11. Schulz	—80 —11 80 + 7 73 +12	66	124	100	93	68	95	83
12. Müller I.	—80 —10 84 +10 70 +14	68	131	101	98	68	101	87
Mittel aus 7—12	—8 +11,8	70,1	133,1	101,3	96,6	71,6	98,6	86,8
Mittel aus 1—12	—7,5 +8,3	66,5	134,8	100,4	93,2	68	95	86,7

In dieser *Tabelle (A)* welche 12 deutsche Schädel enthält, sehen wir den Oberkiefer von 0 bis zu 14 Millimeter über die Ordinate hinübertreten. Mit dem fortschreitenden Prognathismus nimmt auch der *Nasenwinkel* im Ganzen an Grösse zu, indem der bei den sechs ersten 63 Mm. bei den sechs letzten 70 *im Mittel* enthält Im Einzelnen ist freilich die Grösse dieses Winkels keineswegs dem Grade des Prognathismus entsprechend; denn wenn auch bei den drei ersten die Ziffern sich am kleinsten zeigen, so sind sie bei den drei letzten noch immer unter dem Mittel. Mit dem *Sattelwinkel* ist es nun aber nicht so. Die beiden Mittelzahlen fallen hier von 136 auf 133, und während die höchste Zahl 145 bei dem zweiten Schädel der ganzen

Reihe vorkommt, hat der elfte 124 (die kleinste Zahl der ganzen Reihe). Die *Schädelbasis* bleibt ziemlich gleich, die Gesichtsbasis dagegen steigt von 89 auf 96. *Nach dieser Tabelle wächst der Nasenwinkel am Augenscheinlichsten, ebenso die Gesichtsbasis. Während aber die Schädelbasis sich gleich bleibt, fällt der Sattelwinkel um 3.*

Ich habe hierbei nochmals zu bemerken, dass ich gerade bei den orthognathen Schädeln den Prognathismus durch Erhebung der Schädelbasis um etwas vermehrt, bei den prognathen aber durch Neigung derselben um etwas vermindert habe.

Wollte ich diesen Mittelzahlen allein einen grösseren Werth beilegen, *so würde also auch der Nasenwinkel in ein umgekehrtes Verhältniss zum Sattelwinkel treten und beide würden umgekehrt grösser oder kleiner werden.* Da aber vorstehende zwölf Schädel keine hinreichende Sicherheit rücksichtlich der Ergebnisse der Mittelzahlen abgeben können, so setze ich hier eine zweite Tabelle gesunder männlicher Schädel her.

---

[12]) Anmerkung. Herr Welcker wird sich höchlich wundern, dass ich wieder Schädel distinguirter Personen vorführe. In seinem einleitenden Wort pag. XI. sagt er nämlich: „Eine grossere Menge von Schädeln hat Lucae gemessen. „Aber statt einfacher schlichter Anatomie-Schädel, die jedoch vor Allem normal wären, wählte Lucae — ich weiss nicht aus welchem Grunde — nur Schädel von Distinction. Die Helden der Schinderhannesbande nebst einigen andern beruhmten Räubern, dazu ein Dichter, ein Gelehrter, ein Schauspieler, ein Geheimerath — sie bilden Lucae's Messungen normaler Schädel nach Virchow. Ein Blick auf Lucae's eigne Angaben belehrt uns, dass die Normalschädel grösstentheils abnorm sind.“ — „Man lasse dem Pitaval was des Pitaval ist! Die Kraniologie hat sich seit lange geschadet durch einen Hang zu Absonderlichkeiten und zum Spielen, sowie durch ein gewisses Apartethun. Noch in seinem neuesten Werke wählt Lucae für die Einzeichnung in die Schädeldurchschnitte seiner Australneger keineswegs den mittleren deutschen Schädel, sondern „einen Morder aus gemeiner Rachsucht“, „einen Selbstmörder aus Liederlichkeit.“ Zwick, den Fuhrer der Studenten bei Ersturmung der Hauptwache, sowie Heinse, den Verfasser des Ardinghello. Was nutzen der anatomischen Kenntniss pretiose Worte uber die feine Modellirung des Stirnbeins dieses oder jenes Dichters, deren Nachbildung trotz aller Liebe nur selten gelingen werde.“ etc. — Herr Welcker scheint sich öfter darin zu gefallen, verschiedene Dinge zu vermischen und vermuthlich absichtslos verdreht in eigenthumlicher Beleuchtung zu zeigen. Ich will ihm den Grund sagen, warum ich diese Schädel vorführe: *Weil ich sonst keine Schädel habe, über deren Herkommen ich hinreichende Gewissheit besitze.* Sollte aber der Schädel eines Morders aus gemeiner Rachsucht oder eines Selbstmorders aus Liederlichkeit darum weniger Vertrauen besitzen? Meine Schädel „Bekannter Personen“ dienten mir, um an ihnen in Stein zeichnen zu lernen, wurden nachher als Documente gegen die sich übermässig breit machenden Phrenologen verwendet, und durften endlich als *normal* meinen verschobenen Kiel-, Sattel- und Thurmköpfen gegenubergestellt werden.

Dass Herr Welcker den Schinderhannes für einen Juden hält, wird ihm dieser am jüngsten Tage nicht verzeihen, während ich den mir gemachten Vorwurf, dass Heinse auf einem Brett mit jenem stehe, Herrn Welcker gern vergebe. Beweist er mir doch auch hierdurch abermals, wie er Alles und so auch meine Sammlung sehr zweckmässig zu benutzen weiss.

Diese aus 28 Schädeln bestehende Tabelle B habe ich ebenfalls in zwei gleich grosse Abtheilungen gebracht. Die eine derselben umfasst 14 mehr orthognathe, die andere 14 mehr prognathe Exemplare.

Tabelle B, Nr. 1.

	Nr.	— und + Abscisse.	Nasen-winkel.	Sattel-winkel.	Schädel-basis.	Gesichts-basis.	Grosse Gesichtsbasis.	Abscisse zum For. mag.
1.	I. a 316	—12 / + 0	60	124½	99	86	84	84
2.	I. a 295	— 0 / + 5	62	125	102	90	90	85
3.	I. a 133	— 7 / + 5	64	131	103	90	92	87
4.	I. a 273	—12 / + 5	65	135	103	92	92	87
5.	I. a 212	+ 6	64	143	90	78	83	77
6.	I. a 291	—10 / + 6	67½	136	104	92	96	90
7.	I. b 944	— 0 / + 7	67	135	100	92	93	86
8.	I. a 178	— 4 / + 7	67	132½	99	90	93	86
9.	I. a 294	— 5 / + 7	67½	134½	90	82	83	76
10.	Ertru.	— 5 / + 8	68	130	102	93	97	89
11.	Phr.	— 8 / + 8	68	141½	99	92	96	88
12.	I. b 943	— 8 / + 8	67	141½	100	90	95	87
13.	I. a 274	— 9 / + 8	69	147½	102	92	97	89
14.	I. a 315	—11 / + 8	68	135	110	95	105	97
Mittel aus 1—14		— 7,1 / + 6,2	66	135,1	100,2	89,5	92,5	86,2

Tabelle B, Nr. 2.

Nr.		— und + Abscisse.	Nasen-winkel.	Sattel-winkel.	Schädel-basis.	Gesichts-basis.	Grosse Gesichtsbasis.	Abscisse v. For. mag. z. Ordinat.
15.	I. a 312	+ 0 — 9	66	130	98	90	94	83
16.	I. a 313	— 6 +10	64½	126	93	87	90	80
17.	Braun	— 6 +10	69	135	95	90	94	84
18.	I. b 250	— 8 +10	65	131½	105	96	100	90
19.	I. a 271	—10 +11	66	143	100	93	100	89
20.	I. a 343	—12 +12	74	144	100	98	103	91
21.	I. a 56	—10 +13	71½	122	104	99	107	94
22.	I. a 283	—10 +13	69	124½	99	91	96	83
23.	I. b 948	— 4 +14	71	145	100	95	99	85
24.	I. a 44	— 5 +14	68	124	101	95	102	88
25.	I. a 272	— 7 +14	73	130	101	100	104	90
26.	I. a 289	— 8 +14	76	125	99	90	102	88
27.	I. a 276	—13 +14	70	130	105	99	104	90
28.	I. b 228	— 6 —15	72½	133½	101	99	105	90
Mittel aus 15—28		— 7,5 +12,3	69,6	131,8	100,9	94,4	100	87,5
Mittel aus 1—28		— 7,3 + 9,2	67,8	133,4	100,5	91,9	96,4	86,8

Mittel aus Tabelle A und B

	— und + Abscisse.	Nasen-winkel.	Sattel-winkel.	Schädel-basis.	Gesichts-basis.	Grosse Gesichtsbasis.	Abscisse v. For. mag. z. Ordinat.
Mittel aus 40 Schädeln	— 7,4 + 8,7	67,1	134,1	100,4	92,5	95,7	86,7

Bei den vierzehn ersten erhebt sich der Prognathismus von 0 zu + 8, steigt also mehr als 3 Mm. den sechs orthognathen Schädeln der Tabelle A gegenüber. Die Mittelzahl des Nasenwinkels übertrifft hier jene um 3 Mm.; dabei steigt er ziemlich gleichmässig von 60 auf 69. Der Sattelwinkel, die Schädelbasis, sowie die Gesichtsbasis sind hier um Einiges geringer.

Indem wir zu der zweiten Abtheilung der Tabelle B., zu den vierzehn in höherem Grade prognathen Schädeln übergehen und auch diese mit der zweiten Abtheilung der Tabelle A vergleichen, finden wir den Nasenwinkel hier um 1 Mm., den Sattelwinkel und die Gesichtsbasis um 2 Mm. gefallen und die Schädelbasis ziemlich gleich, während der Prognathismus hier eigentlich etwas grösser ist.

Stellen wir nun aber die beiden Abtheilungen der Tabelle B einander gegenüber (also das Mittel der 14 orthognatheren mit dem der 14 prognatheren Schädel), so ist bei letzteren der Nasenwinkel um fast 4 Mm. gestiegen, der Sattelwinkel um 4 Mm. gefallen. Die Schädelbasis bleibt sich gleich, während die Gesichtsbasis bei den Prognathen um 5 Mm. steigt. Also haben auch in der Tabelle B, wie es in der Tabelle A der Fall war, die *prognatheren Schädel einen grösseren Nasen- und einen kleineren Sattelwinkel, sowie eine grössere Gesichtsbasis als die orthognatheren Schädel.* Die Schädelbasis wird, wie in der Tabelle A, bei prognathen und orthognathen Schädeln wenig verändert[13]).

[13]) Anmerkung. Herr Welcker erhält aus seinen 30 Männerschädeln für den Nasenwinkel 66,2, für den Sattelwinkel 133,8, für die Schädelbasis 100,3 und für die Gesichtsbasis 93,9. Nach meinen Begriffen vom Messen stimmen doch die Mittelzahlen meiner 40 Schädel mit diesen vollkommen überein, trotzdem ich sie nicht gerade als deutsche bezeichnen möchte und Herr Welcker einen Theil von ihnen für pathologisch erklärt hat.

[14]) Anmerkung. Will man, wie Herr Welcker thut, diese vorstehende Tabellen nach der Grösse des Nasenwinkels umstellen, so entstehen folgende Verhältnisse:

Tab. A.	Nasenwinkel.	Sattelwinkel.	Schädelbasis.	Gesichtsbasis.
6 Schädel	62,6 von 59° — 66°	134,1°	100,5	90,3
6 „	70,5 „ 67° — 74°	135,5°	101,3	96,1
Tab. B.				
7 Schädel	63,4 von 60° — 65°	130,7°	100,1	88,4
7 „	66,7 „ 66° — 67°	135,8°	100,3	89,8
7 „	68,3 „ 68° — 69°	133,7°	99,3	92,5
7 „	72,4 „ 70° — 76°	132°	100,1	97,1

Wir finden hier den Sattelwinkel zweimal steigen und zweimal fallen, und zwar von 134 auf 135 und von 130

Lassen wir nun die Neger und die Australier unserer Sammlung folgen.

Neger.

	— und + Abscisse.	Nasen- winkel.	Sattel- winkel.	Schädel- basis.	Gesichts- basis.	Grosser Nasenw.	Grosse Gesichtsb.	Entfernung d. For. mag. z. Ordinate.
I. a 179	—80 —10 76 + 6 70 +13	73	136	101	99	73	101	88
I. a 125 NB.	—80 — 5 75 +10 70 +17	67	125	109	102	70	106	87
I. a 124	—110 — 5 84 + 7 67 +16	72	133	111	106	73	112	96
I. a 9	—55 — 2 83 + 0 70 +16	65	132	102	93	77	105	86
XXII. 6	—75 — 7 75 + 8 65 +20	74	148	100	98	78	103	83
Mittel	— 6 +16,4	70,2	134,2	104,6	99,4	75,2	105,4	88

NB. I. a 125 ist von 40⁰ auf 35⁰ Neigung herabgesetzt.

---

auf 135. Während bei der ersten Steigerung der Nasenwinkel von 62 auf 70, also um 8 Grade in die Hohe gegangen, war der Sattelwinkel nur um einen Grad gestiegen. In dem zweiten Falle aber stieg der Nasenwinkel nur von 63 auf 66, also 3 Grad, dagegen der Sattelwinkel von 130 auf 135 Grad, also um 5 Grad; umgekehrt sehen wir in den folgenden drei Reihen den Sattelwinkel wieder zweimal fallen und zwar von 135 auf 133 Grad und von 133 auf 132, während der Nasenwinkel von 66 zu 72 Grad aufsteigt. In der untersten Reihe ist der Nasenwinkel 72,4 mit 132 Grad Sattelwinkel, in der obersten Reihe aber 62 mit 134 Grad Sattelwinkel vereinigt. Die Zahl 135 Grad findet sich ferner mit Nasenwinkel 66 und mit 70 zusammengesellt. Mussen wir in dieser Reihenfolge den Sattelwinkel dem Nasenwinkel gegenuber fur ganz indifferent halten, so möchten wir von der Schadelbasis dasselbe sagen. Denn, abgesehen davon dass die Zahlen das eine Mal fallen, das andere Mal steigen, sind die Differenzen doch wahrlich zu geringfugig. Anders ist es mit der Gesichtsbasis; diese steigt in beiden Tabellen ganz entschieden.

Australneger von Clarence river.

Neigung der Schädelbasis 30°.	Prognath.	Nasenwinkel.	Sattelwinkel.	Schädelbasis.	Gesichtsbasis.	Grosser Nasenw.	Grosse Gesichtsb.	Entfernung v. For. mag. z. Ordinate.
XXII. 11	— 0 +10	66	128	106	100	74	102	92
XXII. 12	—10 +12	67	140	105	102	74	105	93
XXII. 9	— 9 +15	69	135	108	103	76	107	92
I. a 321	— 9 +17	73	141	106	105	76	110	93
XXII. 10	—10 +18	72	127	104	105	76	110	92
Mittel	— 7,7 +14,4	69,2	134,2	105,8	103	75,2	106	92,4

Papua.

	Prognath.	Nasenwinkel.	Sattelwinkel.	Schädelbasis.	Gesichtsbasis.	Grosser Nasenw.	Grosse Gesichtsb.	Entfernung v. For. mag. z. Ordinate.
Papua	— 5 + 7 +19	72	128	97	92	78	105	86

Fassen wir auch hier die Mittelzahlen in's Auge und vergleichen wir diese mit den 40 Europäern, so sind wir für diese Neger wie für unsere Australier zu dem Ausspruch berechtigt: *dass Nasenwinkel, Schädelbasis und Gesichtsbasis den Europäern gegenüber sehr gestiegen sind, dass aber der Sattelwinkel sich gleich bleibt,* da für diesen bei allen drei Gruppen die Zahl 134 vorkommt.

Aus der Reihe der vierzig Europäer durften wir den Schluss ziehen, dass mit dem Prognathismus der Nasenwinkel und die Gesichtsbasis steigt, der Sattelwinkel fällt, die Schädelbasis aber ziemlich unverändert bleibe. Hier ist aber bei einem weit mehr vorgeschrittenen Prognathismus der Sattelwinkel gleich geblieben und die Schädelbasis sogar gestiegen.[15]) Dass der Sattelwinkel dem vorgeschrittenen Prognathismus und dem grösser gewordenen Nasenwinkel gegenüber doch, wenn auch in einem

[15]) Anmerkung. Herr Welcker erhält für die Schädelbasis aus 20 Negern, unter denen sich wahrscheinlich auch alle die hier aufgeführten befinden, die Zahl 100,2 Mm., also eine Länge die gleich den Europäern. Die zehn weniger prognathen haben den Nasenwinkel 67,6 und die Schädelbasis 100,3, die zehn mehr prognathen jedoch den Nasenwinkel 74 mit der Schädelbasis 100,1. Von sechs von ihm angeführten Negern (aus den Sammlungen in Halle, Göttingen und Heidelberg) giebt die Mittelzahl für den Sattelwinkel 144.

geringeren Verhältniss als bei den Europäern, gefallen, bedarf keiner weiteren Ausführung; dass aber auch die Schädelbasis in gleichem Verhältniss wie bei den Europäern geblieben, liesse sich, wenn wir die Gesichtsbasis, die bis jetzt doch fast immer mit dem Prognathismus gestiegen, als Maass für letzteren annehmen dürften, aus folgenden Zahlen anschaulich machen:

		Gesichtsb.	:	Schädelb.	=	100	.	x.
		Orthognathe Schädel.						
Europäer	Tabelle A	91,5	:	100,5	=	100	:	109
Europäer	Tabelle B	89,5	:	100,2	=	100	:	111
		Prognathe Schädel.						
Europäer	Tabelle A	96,6	:	101,3	=	100	:	106,9
Europäer	Tabelle B	94,4	:	100,9	=	100	:	106,8
	Vierzig Europäer	92,5	:	100,4	=	100	:	108,5
	Neger	99,4	:	104,6	=	100	:	105,2
	Australier	103	:	105,8	=	100	:	102,7

Nach diesen Verhältnisszahlen wäre also die Schädelbasis der orthognathen Europäer am grössten, die der Europäer aber grösser als die der Neger, und die der Australier am kleinsten.

Nehmen wir nun zum Schluss unsern Papua zu vorstehenden Reihen, so finden wir bei diesem so sehr prognathen Schädel den Nasenwinkel 72°, den Sattelwinkel aber 128°, die Schädelbasis 97 Mm. und endlich die Gesichtsbasis 92. Hier ist also der Nasenwinkel am grössten, der Sattelwinkel aber am kleinsten unter allen vorgekommenen Mittelzahlen; die Schädelbasis ist kleiner und die Gesichtsbasis gleicht der der vierzig Europäer. Konnten wir also bis jetzt mit Bestimmtheit sagen, dass von den vier vorgekommenen Maassen der Nasenwinkel und die Gesichtsbasis entschiedene Grössenverhältnisse zum Prognathismus gezeigt hätten, so sehen wir nun durch diesen letzten Schädel auch die Gesichtsbasis weniger sicher.

Nach allem Diesen könnte wohl die Frage nahe liegen, ob nicht der Nasenwinkel oder, sehen wir von dem letzten Schädel ab, die Gesichtsbasis ein Maass für die pro- oder orthognathe Gesichtsform geben könne. Die Antwort auf diese Frage wird sich leicht finden; denn abgesehen davon, dass der Begriff *prognath* ursprünglich auf

einem Vortreten des Gesichts im Verhältniss zur Stirn beruht, abgesehen davon, dass die Neigung der Schädelbasis eine Berücksichtigung bedarf, sehen wir durch den Nasenwinkel sowie durch die Gesichtsbasis den ganzen unteren Theil der Kiefer, nämlich den Alveolarfortsatz und den Zwischenkiefer, von jeder Berechnung ausgeschlossen.

Wollte man nach dem Nasenwinkel den Prognathismus bestimmen, so würde nicht allein Schumacher zwischen Schulz, Müller und Rheinhard zu stehen kommen, sondern auch Klänke und Müller II. überträfen an prognather Form alle Australier, unsern Papua und alle Neger. Da ich von allen diesen die geometrischen Abbildungen gegeben habe, so wird Jeder sich von dem Gesagten überzeugen können.

Es ist eine ausgemachte Thatsache, dass bei einseitiger Gaumenspalte die mit dem Zwischenkiefer verbundene Oberkieferhälfte der anderen vorausstcht, bei doppelter Gaumenspalte aber der Zwischenkiefer allein den beiden getrennten Oberkieferhälften vorausgeeilt ist. Wir wissen ferner, dass beim Schistocephalus, bei welchem die Nasenscheidewand bekanntlich fehlt, die Oberkiefer statt nach vorn und unten zu treten, in einem Bogen nach aufwärts auseinander steigen und der Unterkiefer noch stärker gebogen mit seinem vorderen Ende zwischen ihnen liegt. — Endlich hat L. Fick durch Ausschneiden eines Stücks der Nasenscheidewand bei Schweinen ähnliche Bildungen veranlasst.

Diese Erscheinungen beweisen uns wohl hinreichend, dass die Oberkiefer nicht für sich allein ihre Stellung bedingen, sondern dass der Zwischenkiefer es ist, welcher beide vorschiebt. Der Zwischenkiefer endet aber noch nicht an der Spina nasalis, sondern an der Alveole. Wenn wir daher auch in diesem Nasenwinkel ein vortreffliches Mittel besitzen, die Nasenhöhle und die Ausbreitung der oberen zwei Drittel des Gesichtes zu bestimmen, so ist damit doch nicht der ganze Kiefer bestimmt und noch weniger ein Maass für die pro- oder orthognathe Gesichtsform gewonnen. Um den ganzen Oberkiefer zu bestimmen, müssen wir den vorderen Schenkel des Nasenwinkels statt an den Nasenstachel zwischen die Alveole der mittleren Schneidezähne legen. Da dieser Winkel, der also gleichfalls an der Nasenwurzel liegt, meist grösser ist als der, dessen Schenkel durch die Spina geht, so möchte ich diesen den *„grossen Nasenwinkel“* nennen. Er wird bei allen Schädeln mit gewölbten Alveolarrändern und kurzer Spina, wie z. B. bei den Australiern, Negern und Chinesen immer grösser sein. Bei den Europäern ist die Differenz geringer, und hier wird er sehr oft mit jenem zusammenfallen, namentlich dann, wenn der Boden der Nasenhöhle mit der Spina nasalis stark vortritt und die Alveole gerade abwärts steigt, oder so zu sagen fast zurücksinkt.

Besonders characteristisch für die Europäer scheint die stärkere Entwickelung der Nasenhöhle im Vergleich zur Mundhöhle jenen Völkern gegenüber zu sein, und daher kommt es, dass, wie wir sahen, der „*Nasenwinkel*“ der zur Spina geht, bei manchen Europäern grösser war als bei allen unsern Australiern und dem Papua.

Wenn jener an die Spina nasalis gehende Winkel zur Beurtheilung der Nasenhöhle nöthig ist, so wird der die Alveole mit einschliessende grössere Winkel zur Bestimmung der vortretenden Mundhöhle zu nutzen sein. *Da aber gerade hier das Charakteristische der prognathen Schädel liegt*, so wird eher dieser als jener zur allgemeinen Bestimmung derselben angewendet werden können.

	Prognathismus.	Kleiner Nasenwinkel.	Grosser Nasenwinkel.	Kleine Gesichtsbasis.	Grosse Gesichtsbasis.
Europäer.					
6 orth. d. Tab. A.	+ 5,5	63	64,1	91,5	91,5
6 prognath. —	+ 11,8	70,1	71	96,6	98,6
12 Europäer	+ 8,3	66,5	67,4	94,5	95,5
6 Chinesen	+ 10,5	64	69,5	92,6	97,5
Australier	+ 14,4	69,4	75,2	103	106,8
Neger	+ 16,8	70,2	75,2	99,4	105,4

Derselbe Vorwurf, der dem Nasenwinkel zur Bestimmung des Prognathismus zu machen war, gilt auch für die Gesichtsbasis. Auch diese lässt die Alveole ausser Rechnung und ist gleichfalls durch die verschiedene Neigung der Schädelbasis beeinträchtigt. Sollte dem aber nicht abzuhelfen sein durch die „grosse Gesichtsbasis“, nämlich durch ein Perpendikel, das von dem vorderen Ende des Hinterhauptsloches auf die Ordinate gefällt und von hier bis über das vordere Ende des Alveolarfortsatzes verlängert wird? So annehmbar diese Linie auch scheint, so dient sie doch nur dazu uns klar zu machen, dass das Hinterhauptsloch zur Ordinate eine wechselnde Stellung hat und dass daher ebenso wenig mit ihm wie mit dem Nasenwinkel in dieser Beziehung etwas erreicht wird.

Sehen wir in vorstehender Tabelle auch ganz klar ausgesprochen, dass mit dem Prognathismus diese „grosse Gesichtsbasis“ wächst, so beruht dieses Wachsen doch mehr auf dem Theil der Linie, der vor der Ordinate, als dem Theile, der zwischen dieser und dem For. magnum liegt. Wiewohl sich dies noch auffallender in den einzelnen Fällen darthut, so zeigen es auch schon die Mittelzahlen: denn während der

hintere Theil bei den Europäern 58 Mm. beträgt, ist der vordere 8 Mm gross: bei den Chinesen jener 87 Mm. und dieser 10 Mm.; bei den Negern ist der hintere Theil 88 Mm. lang, der vordere dagegen 16 Mm., und bei den Australiern der hintere 92 Mm., der vordere aber 14 Mm. Es wächst daher nur der Theil, der *vor* der Ordinate liegt, mit dem Prognathismus. Der hintere Theil ist einmal kürzer, das andere Mal länger ohne Rücksicht auf die prognathe Form; denn bei den am meisten prognathen Negern ist er um 4 Mm. kürzer als bei den Australiern und um 1 Mm. länger als bei den Chinesen. Ebenso ist er bei den prognatheren Schädeln der Tabelle A kürzer als bei den orthognathen. *Es entfernt und nähert sich daher das For. magnum der Ordinate ohne Rücksicht auf die prognathe Form, und darin liegt denn nun auch ein Grund, warum die grosse Gesichtsbasis und der grosse Nasenwinkel nicht als Maass für den Prognathismus angenommen werden können.*

Chinesen.

Indem ich nun vorstehenden Schädeln die Chinesen unserer Sammlung einreihe und in obiger Richtung in Betrachtung ziehe, werden Sie mir wohl zuerst einige allgemeine Bemerkungen gestatten.

Alle diese Köpfe sind uns von Java zugekommen und gehören wie alle Chinesen der Inseln nur Mischlingen an, indem sie von Vätern abstammen, welche in früherer Zeit auswanderten und sich mit malayischen Weibern verbanden. Diese Nachkommen heiratheten nun meist unter sich und so entstand die jetzige Bevölkerung auf den Sundainseln. Da kein chinesisches Weib bis vor nicht langer Zeit aus China auswandern durfte, so wurden ausser China keine ächten Chinesen geboren.

Unter den aufgeführten Schädeln finden wir vier, die in *früherer Generation* von malayischen Müttern abstammen. An diese schliessen sich zwei Bastard-Chinesen, die *direct* von javanischen Müttern abstammen und von denen der eine in seiner Gesichtsform gerade sehr auffallend den javanischen Typus zeigt. — Der siebente Schädel führt die Bezeichnung „Neuchinese". Von einem hiesigen Kaufmann, der 20 Jahre in Batavia lebte, erfuhr ich (da mir in keinem geographischen Werke Auskunft über die Bezeichnung *Neuchinese* zu Theil wurde), dass *Neuchinesen* diejenigen Chinesen auf Batavia genannt werden, die in China geboren und dann in Java selbst eingewandert sind. Demnach wäre dieser Schädel als der eines *ächten Chinesen* anzusehen. Endlich findet sich ein aus Cochinchina stammender Schädel in dieser Reihe.

Alle diese Schädel zeigen einen mehr oder weniger rasch hervortretenden Kiefer mit schräg gelagerten Schneide-, Eck- und Backenzähnen. Die Mundhöhle ist niedriger als bei den Europäern und die Spina nasalis wenig vorstehend. Sie sind daher prognath und ihr Prognathismus beruht besonders auf dem Alveolarfortsatz, woher auch kommt, dass der Jochbeinwinkel sich mehr einem stumpfen nähert. Die Nasenhöhle ist weniger tief, die Nasenbeine stehen steil abwärts und der Rücken der Nase tritt nicht vor. Die äusseren Augenränder sind vorgeschoben, so dass das Auge flach liegt. Die Jochbeine sind grob. Die Nasenwurzel ist wenig eingezogen und ebenso tritt die Gegend der Sinus frontales hervor. Die Stirn meist sehr gewölbt und hoch, ebenso das Mittelhaupt. Der Längsumfang ist viel grösser als bei den Europäern, der Querumfang kleiner. Die Schläfengegend ist flach und die Tubera parietalia treten auffallend heraus Die Schädel sind schmäler, aber höher und länger als die der Europäer. Die Schädelhöhle ist geringer an Raum, die hintere Gehirngrube im Verhältniss zur ganzen Höhle etwas kleiner, dagegen die vordere Schädelgrube grösser als bei den Europäern. —

Namen.	— und + Abscisse.		Nasen- winkel.	Sattel- winkel.	Schädel- basis.	Gesichts- basis.	Grosser Nasenwinkel.	Grosse Gesichtsbasis.	Entfernung d. For. mag. v. d. Ordin.
Bastard-Chinese	— 7 + 8	90 72	64	135	96	90	68	93	85
XXI. 7. Cochinchinese	— 4 + 8	90 68	63	135	110	96	67	100	92
XXI. 8. Neuchinese.	— 6 +10	94 74	66	130	103	96	70	99	89
XXI. 4.	—70 — 4 + 3 +13	80 65	66	138	98	90	68	97	85
XXI. 5.	— 5 +12	86 43	63	128	100	90	70	96	84
*) XXI. 3.	—10 + 9 +13	90 70	67	129	98	93	72	100	87
Mittel	— 5,2 +10,5		64,8	132,5	100,8	92,6	69,5	97,5	87

*) In der Zeichnung 22⁰ geneigt, hier in der Tabelle von 22 auf 30⁰ gehoben.

Wenn wir nun auch an diese Schädel unsere bisher besprochenen Maasse anlegen, so finden wir den Sattelwinkel mit dem Nasenwinkel im Vergleich zu den Europäern trotz dem Prognathismus kleiner geworden, die Schädel- und Gesichtsbasis aber gleich geblieben. Es bestätigt sich also auch hier, dass der kleinere Nasenwinkel und die kleinere Gesichtsbasis nicht im Entferntesten mit dem bestehenden Prognathismus im Verhältniss stehen. Dagegen entsprechen sich die von mir vorgeschlagene grosse Gesichtsbasis (hier 97,5), sowie der grosse Nasenwinkel (hier 95,5) und die + Abscisse (10 Mm.), sowohl untereinander, als auch den Europäern gegenüber bei weitem mehr. Neben dem kleineren Nasenwinkel zeigt sich auch hier der Sattelwinkel kleiner; allein wie wenig darauf zu geben beweisen die Zahlen auch hier wieder im Einzelnen. Der unbestritten prognatheste Schädel XXI. 5 hat den kleinsten Nasenwinkel mit der Zahl 63, obgleich der bei weitem orthognatheste Bastard-Chinese 64 Mm. hat. Während aber letzterer einen Sattelwinkel von 135° zeigt, hat jener die kleinste Ziffer der ganzen Reihe, nämlich 128°[16]).

Wenn wir nun die Ergebnisse des vorhandenen Materials zusammenfassen, so dürfen wir aussprechen: 1. dass der Nasenwinkel und die Gesichtsbasis mit zunehmendem Prognathismus entschieden grösser werden.

2. dass aber der Sattelwinkel und die Schädelbasis bei vorschreitendem Prognathismus indifferent bleiben oder verhältnissmässig kleiner werden.

3. dass der Nasenwinkel nur ein Maass für die Ausdehnung der Nase, der von mir vorgeschlagene „grosse Nasenwinkel" aber ein Maass für die ganze Ausbreitung des Zwischenkiefers, keiner von beiden aber ein solches für die prognathe Schädelform abgiebt.

4. dass zur genauen Bestimmung des Prognathismus die Neigung zur Schädelbasis berücksichtigt werden muss, indem die Horizontale sich nicht immer genau nach dem Jochbogen bestimmen lässt;

5. dass alle Schädel mehr oder weniger prognath sind.

---

[16]) Anmerkung. Herr Welcker findet bei 16 Chinesen (unter denen sich auch mehrere unserer Sammlung befinden) 65,9 als Mittelzahl für den Sattelwinkel und 99,6 für die Schädelbasis. Die acht weniger prognathen mit dem Nasenwinkel 63, sowie die acht prognatheren mit dem Nasenwinkel 68 haben für die Schädelbasis dieselbe Zahl. Von vier Chinesen aus dieser Zahl erhält er für den Sattelwinkel die Zahl 130, also einen kleineren Nasenwinkel, einen kleineren Sattelwinkel und eine kleinere Schadelbasis als bei seinen Europaern.

Da der Nasenwinkel rücksichtlich seiner Grösse mit der Ausdehnung der Nase parallel geht, der grosse Nasenwinkel aber mit der Ausbreitung des Zwischenkiefers übereinstimmt und beide, jenachdem der obere oder der ganze Kiefer, oder jenachdem nur der Alveolartheil stärker hervortritt, rücksichtlich ihrer Grösse im Allgemeinen der prognathen Schädelbildung sich anschliessen, so findet hier die von mir früher ausgesprochene Ansicht, *dass der grössere oder geringere Prognathismus besonders auf der Grösse der Kiefer beruht,* ihre Bestätigung.

Die Entwickelung der Schädelbasis.

Es ist aber von Interesse bezüglich der obigen Fragen auch die Entwickelungsverhältnisse des Mannesschädels zu betrachten. Wir wollen daher den Schädel des Neugeborenen mit dem des Erwachsenen vergleichen. — Ich stelle in nachfolgender Tabelle den Mittelzahlen von 12 männlichen Schädeln (der Tabelle A) die Werthe der Schädel von 12 Neugeborenen, welche noch im Fleisch durchschnitten und gemessen wurden, gegenüber.

Mittelzahl.	Nasenw.	Sattelw.	Ganze Schädelb.	Gesichtsb.	Gesichts-Höhe.	Vordere Schädelb.	Nasenwrzl. z. for. coec.	for. coec. z. pri. clin.	Nasenwrzl. z. Vomer.	Hintere Schädelb.	for. mag. z. Vomer.	for. mag. z. Sella.	Sella z. Vomer.	plan. sp. Vomer.
12 Neugeb.	70,5	145,8	55,5	56,3	21	34,7	5	31,0	35	25,0	21	20	8	10,8
12 Männer	66,5	134,8	101,2	93,2	52,2	58,6	76	44,5	70	53,3	29,2	39	17	26,0
Differenz	4	11°	42,8	36,9	31,2	23,9	11	13,5	35	28,2	8	19	9	15,2

Nach dieser Zusammenstellung ist der Nasenwinkel um 4°, der Sattelwinkel aber um 11° kleiner geworden. Ferner ist die Gesichtsbasis um 36 Mm., die Schädelbasis um 42 Mm. und die Gesichtshöhe um 31 Mm. gewachsen, d. h. letztere ist fast um 1½, die Schädelbasis aber noch nicht um 1 ihrer früheren Länge gewachsen; die Gesichtsbasis aber ist noch mehr als letztere zurückgeblieben.

---

[17]) Anmerkung. Herrn Welcker's Tabelle von acht Neugebornen zeigt folgende Mittelzahlen. Für den Nasenwinkel 69,1, den Sattelwinkel 141, für die Schädelbasis 58,0, für die Gesichtsbasis 54,1 und für die Gesichtshöhe 22,7. Wenn ich bedenke, dass bei meinen 12 Neugebornen die extremen Zahlen für den Nasenwinkel 65 und 80, für den Sattelwinkel 136 und 150, für die Schädelbasis 52 und 66 und für die Gesichtsbasis 51 und 63 betragen, so wollen mir auch hier die Unterschiede zwischen meiner Tabelle und seiner nicht erheblich vorkommen.

Zerlegen wir nun die Schädelbasis an ihrer oberen Fläche im Proc. clinoid. medius in zwei Theile, so ist der hintere Theil zwischen Hinterhauptsloch und Proc. clinoideus mehr gewachsen (28 Mm.) als der vordere Theil, welcher zwischen Proc. clinoid. und der Nasenwurzel liegt (23). Betrachten wir dagegen die *Schädelbasis* an ihrer unteren Seite, so ist die Entfernung zwischen der Nasenwurzel und dem Vomer um 35 Mm. grosser (also noch einmal so gross) geworden, während die Entfernung zwischen der Wurzel des Vomer und dem For. magnum nur um 8 Mm. gewachsen ist.

Was aber die Gesammtwirkung dieser Wachsthumsverhältnisse auf die obere und untere Flache der Schädelbasis betrifft, so wächst die obere Flache im Verhältniss zur unteren ungleich mehr; denn während bei dem Kinde die obere nur drei Millimeter grosser war als jene, ist die Ausdehnung dieser oberen beim Erwachsenen um zwolf Mm. der unteren gegenüber gestiegen. In Folge dessen musste an der oberen Flache eine Ausdehnung entstehen, die sich in einem kleiner gewordenen Sattelwinkel darstellt. Wie dieser spitzere Winkel durch Wachsen der intersphenoidalen und spheno-occipitalen Knorpelfuge im Einzelnen sich bildet, hat uns Virchow in seinem Werke über die Schädelbasis ausführlich gezeigt.

Wir haben schon bemerkt, dass die untere Fläche in ihrem vorderen Theile unverhältnissmässig mehr an Wachsthum zugenommmen habe als in ihrem hinteren. Freilich *scheint* dieses bedeutender nach den oben angeführten Messungen als es wirklich der Fall ist. Wir haben nämlich zu berücksichtigen, dass die Wurzel des Vomer bei dem Kinde vor dem ersten Keilbeinkörper liegt und erst allmählich durch Absatz von Knochensubstanz mit dem zweiten Keilbeinkörper (erst vorn und dann in dessen Mitte) in Berührung kommt, bei dem Erwachsenen aber nur einen kleinen Theil desselben hinten unbedeckt lässt. So schiebt sich der Vomer von vorn nach hinten, und so ist es erklarlich, dass der Raum zwischen dem Hinterhauptsloch und der Wurzel des Vomer unverhältnissmässig wenig im Vergleich zum vorderen zuzunehmen scheint.

Gehn wir nun an die obere Fläche, so sehen wir die Entfernung vom Hinterhaupt zum Boden der Sella um das Doppelte ihrer Grösse gewachsen, namlich von 20 auf 39 Mm. Die Entfernung vom For. magnum zum Proc. clinoid. ist aber noch mehr gestiegen, namlich von 25 auf 53 Mm. Da nun aber die Wachsthumsverhältnisse am unteren Theile, wie auch Virchow deutlich zeigt, weit geringer als am oberen sind, und die Richtungen beider Wachsthumslinien auseinander gehen, so mussen sich der Proc. clinoideus und die Sella nothwendig von der unteren Fläche entfernen, und dies geschieht auch in der auffallendsten Weise, denn die Vomerwurzel, trotzdem dass sie

sich durch ihr Verschieben nach hinten der Sella nähert, entfernt sich mehr als noch einmal so weit von derselben (beim Kinde 8 Mm., beim Erwachsenen 17 Mm.) und die Entfernung des Vomer vom Planum sphenoidale erreicht beim Erwachsenen mehr als $1\frac{1}{2}$ ihrer früheren Grosse. Dass auf diese Weise der Sattelwinkel kleiner werden muss[18]), ohne dass davon die Ansatzstelle des Vomer berührt wird, ist einleuchtend.

Hand in Hand mit dieser Anschwellung der Keilbeinkörper geht die Entwickelung der Keilbeinhöhlen. Welches von diesen beiden Momenten aber Ursache, welches Folge ist, will ich dahin gestellt sein lassen; das aber hat gleichfalls Virchow bemerkt und ich kann es bestätigen, dass mit starker Entwickelung jener Sinus ein kleiner, und mit schmächtiger Ausdehnung ein grosser Sattelwinkel sehr oft zusammenfallt. Klein z. B. hat den grössten Sattelwinkel der Tabelle A. (nämlich 145°) und die geringste Ausdehnung des Keilbeinkörpers (von oben nach unten 20 Mm.), Schulze dagegen hat den kleinsten Sattelwinkel (124°), aber einen sehr hohen Sinus (28 Mm.). Ebenso haben aus Tabelle B. die Schädel I. b 948, I. a 274, I. b 943 für den Sattelwinkel 141—147° und für die Entfernung zwischen Vomer und Planum sphenoidale 28 und 30 Mm., während bei den Schädeln I. a 316, 283, 295 der Sattelwinkel 124° und 125° gross ist und die Keilbeinhöhe 20 bis 24 Mm. beträgt. Endlich zeigen auch unsere Neger diese Verhältnisse (vid. Tafel X).

Geben uns, wie ich glaube, obige Messungen einen Aufschluss, in welcher Weise der Sattelwinkel bei dem Erwachsenen sich verkleinert, so geben sie uns auch den Weg an, auf welchem der Nasenwinkel sich zuspitzt. Die vordere Schädelbasis wächst, wie uns die Messungen zeigen, um fast 24 Mm. Von diesen 24 Mm. kommen 13 auf den Raum zwischen For. coecum und Proc. clinoideus. Er wird also etwas mehr als $\frac{1}{3}$ seiner früheren Ausdehnung vergrössert, der Raum zwischen For. coecum aber und der Nasenwurzel vergrössert sich um 11 Mm., (beim Neugeborenen war er 5 Mm.) also um mehr als das Doppelte seiner früheren Grösse. Was dort an dem Sattel und der Keilbeinhöhle geschehen, geschicht hier an der Stirnhöhle. Die Nasenwurzel wird nach vorn geschoben, die vordere Schädelbasis verlängert, und da die Gesichtsbasis mit der Spina nasalis in ihrem Wachsthum zurückbleibt (die Schädelbasis wächst um $\frac{2}{3}$ ihrer früheren Grösse, die Gesichtsbasis nur um $\frac{2}{5}$), so wird der Nasenwinkel spitzer. Dass

---

[18]) Anmerkung. Es kann nur auf einem Schreibfehler beruhen, wenn Virchow ihn grösser werden lässt. pag. 31. Untersuchungen uber die Entwickelung des Schädelgrundes. Berlin 1857.

hierbei die grosse Vermehrung der Gesichtshöhe mitwirken wird, ist einleuchtend. Durch dieses Verschieben der Nasenwurzel wird zwar die + Abscisse, welche von unserer Ordinate nach der Spina nasalis geht, verkleinert, dagegen die — Abscisse, welche von der Ordinate zur Mitte der Stirn geht, (beim Kinde berührt die Stirn die Ordinate meistentheils oder tritt über sie weg, so dass hier eigentlich auch eine + Abscisse) auch wieder vergrössert.

Finden wir nun aber auch in der geringeren oder stärkeren Entwickelung der Stirnhöhle den Grund, warum der Nasenwinkel bei dem Kinde grösser als bei dem Mann ist, und ist es uns aus Früherem erklärlich, warum dieser Winkel meist mit dem Prognathismus wächst, so erkennen wir dagegen in den Entwickelungsverhältnissen der Sattelgegend hinreichend den Grund, warum der Sattelwinkel zur prognathen oder orthognathen Gesichtsform sich indifferent verhalten muss.

Es giebt jedoch noch weitere Gründe, die hiefür sprechen. Wir haben nämlich zu berücksichtigen, dass ausser der Synchondrose in dem Sattel noch die Nahtverbindung zwischen Keilbein und Riechbein sowie zwischen Keilbein und Hinterhauptsbein für die Verhältnisse der Schädelbasis von höchster Bedeutung sind. *Verschiebungen dieser Knochenstellen werden den Sattelwinkel, aber auch die von uns gemessene ganze Schädelbasis immer nur verkleinern oder vergrössern können, werden aber für die Stellung der Gesichtsknochen von sehr verschiedener Bedeutung sein.* Es beweisen dies unsere beschriebenen pathologischen Schädel zum Theil in auffallendster Weise.

Der Scaphocephalus verdankt seinen kleinen Sattelwinkel der Intersphenoidalfuge, der Platycephalus dagegen seinen überaus grossen der Naht zwischen Riech- und Keilbein. Trotzdem dass der Winkel des Tribasilarbeines bei beiden fast gleich ist, ist dort der Sattelwinkel sehr klein und hier sehr gross. In der flachen Stirn, *dem aufwärts gezogenen mit seiner unteren Fläche nach vorn sehenden Riechbeine* und den in Folge dessen gehobenen Nasenbeinen, in der verkurzten vorderen Schädelbasis und der Grösse der Kiefer liegt bei letzterem der Grund zur Prognathie[19]). *In der*

---

19) Anmerkung. Ich habe eine grössere Zahl von Säugethierschädeln der Länge nach durchschnitten und finde hier Folgendes zu bemerken. Die Grösse des Winkels am Tribasilarbeine beruht hier besonders auf der Stellung der Pars occipitalis zum hinteren Keilbeinwirbel. Eine Keilbeinhöhle finde ich nur bei Equus Camelus Dromedarius, Camelopardalis Giraffa, Ursus Arctos, Porcus Babirussa und Sus scropha, und bei unseren Pongos und Orangs. Bei

horizontal mit dem Planum sphenoidale liegenden langen vorderen Schädelbasis, der Knickung der Intersphenoidalfuge, der Kürze der Kiefer und der vortretenden Stirn liegt dagegen bei dem Scaphocephalus die Bedingung der orthognathen Gesichtsform.

Wie ist es aber mit einer Verschiebung in der Sphenoccipitalfuge? Wie vermöchte eine Verschiebung des Hinterhauptzapfens am hinteren Keilbein, trotzdem dass sie die Grösse des Sattelwinkels alterirt, eine Wirkung *wie die vordere Schädelbasis* auf die Stellung der Gesichtsknochen hervorzubringen? Der Vomer ist nur dem Keilbein angeheftet und hat mit dem Occipitaltheile keinen Zusammenhang; es kann daher letzterer keineswegs eine solche Bedeutung für die Gesichtsknochen haben. Dass auch in dieser Fuge Knickungen, wenn auch geringerer Art, zuweilen nach hinten, zuweilen nach vorne vorkommen, habe ich an meinen Durchschnitten zum Oefteren gesehen. Ersteres ist z. B. bei Denig und bei dem Chinesen XXI. 3 der Fall. Aber auch Belege für Knickungen in der Naht zwischen Riech- und Keilbein finden wir in unseren Durchschnitten.

Es kann daher der Grund eines grossen oder kleinen Sattelwinkels und ebenso einer grossen und kleinen ganzen Schädelbasis das eine Mal in der hinteren, das andere Mal in der vorderen Schädelbasis liegen und daher für die Gesichtsbildung von verschiedener Bedeutung sein.

Aus dem Vorhergehenden ergiebt sich aber auch ferner, dass der *Winkel des Tribasilarbeines klein oder nur mässig und doch der von uns angenommene Sattelwinkel gross sein kann.* Während dieser die Gesammtsumme der Knochen zwischen Nasenwurzel und Hinterhauptsloch in Form, Grösse and Lagerung darstellt, giebt jener nur einen Theil dieser Kette. In meinem vorigen Schreiben hatte ich nur *den Winkel des Tribasilarbeines* zwischen den pro- und orthognathen Schädeln verglichen und es hatte sich hier *keine Beziehung zwischen der prognathen Gesichtsform und der Grösse dieses Winkels durch das Maass nachweisen lassen.* Die vorhergehende Betrachtung wird

---

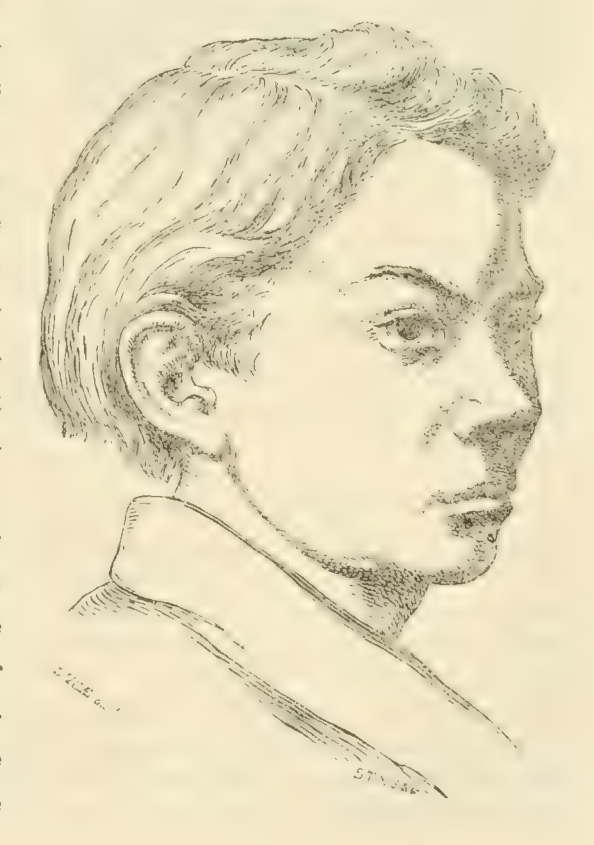
ersteren ist sie nur in dem vorderen Keilbeinwirbel, und nur bei den letzteren setzt sie sich bis unter den Sattel fort. Der Winkel ist bei Schweinen, Affen und Wiederkäuern, (Antilop. pygarga, etc. etc.) am Kleinsten, bei den Raubthieren (Felis Tigris, Canis Lupus, Lutra, Meles) grosser, bei dem Wallross aber und Stemmatopus cristatus am Grössten, denn hier wird er 180°. *Bei allen diesen Thieren mit Ausnahme der Affen wird nun aber durch die Knickung der Sutura ethmoidalis nach aussen die Siebplatte steil gestellt und mit ihrer unteren Flache nach* Stemmatopus, bei Phoca barbata und dem Wallross hat der vorderste Theil des Plan. sphenoidale an dieser Erhebung *vorn gebildet.* Nur bei Antheil genommen. Endlich ist zu erwähnen, dass der Vomer sich mit Ausnahme von Sus, Cynocephalus, Camelopardalis und Camelus nur an den ersten Wirbelkörper, aber keineswegs an den zweiten befestigt. Bei den Säugethieren verhält sich also das Siebbein ähnlich wie bei unserem Platycephalen.

uns auch hierfür die Gründe angegeben haben. Wird unser *Sattelwinkel* durch *einen Theil* des Tribasilarbeins, der mit dem Gesichtsknochen in *gar keiner Beziehung* steht, alterirt, so mangelt diesem Winkel wieder *ein Theil*, der gerade für die Stellung der Gesichtsknochen von grösster Bedeutung ist, nämlich Riechbein und Nasenwurzel.

Im Voranstehenden habe ich Ihnen, Hochverehrter Herr, diejenigen Beobachtungen mitgetheilt, die mir über obige Fragen mein theilweise sehr beschränktes Material erlaubte. Ob alle vorliegenden Ergebnisse richtig sind, wird erst eine grössere Reihe von Köpfen (von Negern, Chinesen etc.) feststellen. Erlauben sie mir nun gütigst eine Ergänzung meiner früheren Mittheilungen aus der Pathologie.

III. Einiges Pathologische.

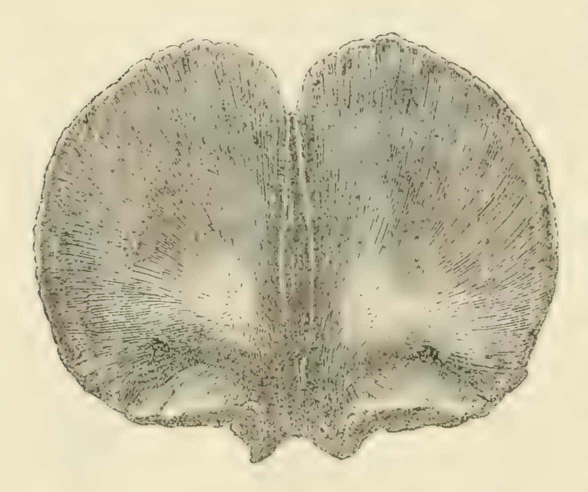
Sie haben sich ofter daruber gewundert, wie ich zu der Menge schiefer Köpfe gelange, die sich in unserer Sammlung vorfinden. Wie ich dazu gelange, darf ich hier nicht aussprechen, denn es geschieht *per fas et nefas*. Ich will Ihnen lieber eine Kopfform vorführen, die Ihnen bezüglich Ihres Scaphocephalus gewiss von nicht geringem Interesse ist. In meinem Hause befinden sich zwei geistig und körperlich gesunde Kinder (Brüder), der eine 9, der andere 3 Jahr alt, die sich durch einen hohen Vorsprung längs der Stirnnaht auszeichnen. Das Stirnbein steht dachförmig nach vorn und ist schmal, das Mittelhaupt aber von gewöhnlicher Breite. Auch einen sechzehnjährigen jungen Mann kenne ich, der in der Schule sich auszeichnete und jetzt in einem hiesigen Bankhaus auf dem Comptoir arbeitet. Ich habe den Kopf hier neben abgebildet. Die Mutter obiger Knaben nannte die Köpfe ihrer Kinder sehr bezeichnend „Eierköpfe“. Sie alle brachten diese Schädelform mit auf die



Welt, und erst vor einem Jahre habe ich ein ähnliches Kind zu Tage gefördert. Es ist heute noch frisch und gesund. Ich adoptire also den Namen *Oocephalus*.

Ich muss gestehen, dass ich mir diese Form des Schädels nicht erklären konnte, und zwar um so weniger als ich öfter die Wahrnehmung gemacht hatte, dass bei vorhandener Stirnnaht die Mitte der Sutura frontalis sich stärker entwickelt und manchmal einen Vorsprung in der Mitte der Stirn bildet, eine Stirnnaht aber unmöglich hier vorhanden sein konnte, da alsdann die Stirn breiter sein müsste.

Eine Erklärung fand ich erst durch einen im vorigen Jahre erhaltenen Schädel eines Neugebornen, der mir wegen einseitigen Wolfrachens geschenkt, der aber durch Oeffnen von der grossen Fontanelle bis zur kleinen ziemlich verletzt war.



Dieser Schädel zeigt das Stirnbein nach vorn dachförmig und eng, die Tubera frontalia (nur durch Halten des Knochens gegen das Licht erkennbar) 20 Mm. voneinander entfernt, ganz in der Ebene des Knochens liegend ohne irgend eine Andeutung einer hervorspringenden Erhöhung[20]). Die Augenhöhlen sind sehr nahe gerückt. Beide Hälften des Stirnbeins sind nur unten mehr vereinigt, weiter aufwärts sieht man aber eine Knochenleiste, welche langs des Sulcus longitudinalis aufsteigt und durch Knochenausläufer mit den Strahlen der Stirnbeinhalften sich verbindet. Sie stellt die Fahne einer Schreibfeder dar und strahlt oben gegen das vordere Ende der grossen Fontanelle frei und abgerundet aus. Hält man den Knochen gegen das Licht, so sieht man von unten an auf-

[20]) Anmerkung. Herr Welcker hat diese Schädelform unter dem Namen „Trigonocephalus" neulich abgebildet und beschrieben. In einer zweiten Arbeit „Ueber zwei seltene Difformitäten" fügt er noch einige Schädel, besonders den eines älteren Mannes bei. Es ist mir höchst interessant, dass hier die Spannweite der Tub. frontalia vom *Neugebornen* zu den *funfjahrigen Kindern* und von diesen zu dem *Erwachsenen* von 19 Mm. auf 36 Mm. steigt. Ich glaube, diese Mittheilung spricht mehr für das Auseinanderrucken der Tub. frontalia nach Verwachsung der Stirnnaht als seine Tabellen des wachsenden männlichen und weiblichen Schädels das Stehenbleiben der Tubera nachweisen. (Vom 10. Monat bis zum Erwachsenen zeigt die Tabelle von Jahr zu Jahr die feststehende Ziffer 58 Mm. beim Manne und 55 Mm. beim Weibe). Auch neuerdings unter dem Beistand meines Anatomiedieners (damit er mir manchmal das Tub. suchen helfe) vorgenommene Messungen widersprechen jenen Tabellen.

wärts immer deutlicher das Ineinanderstrahlen der Stirnbeinhälften mit dieser Knochenfeder. Die Knochenleiste tritt, namentlich unten, nach innen scharf vor und stellt die Crista frontalis interna dar, die hier in diesem Schädel sich zugleich mit den Stirnbeinen bildete, während sie in normalen Verhältnissen erst später nach Schluss der Stirnnaht ihre Entwickelung beginnt.

Es liegt der Gedanke sehr nahe, dass auf ähnliche Weise, durch eine selbstständige Ossification in dem Sulcus longitudinalis die Synostose der Scheitelbeine unserer Scaphocephalen entstanden sein möge. In diesem Gedanken werde ich aber mehr und mehr bestärkt, da ich die bei diesen Kopfen öfter vorkommende, von Virchow zuerst erwähnte „Schneppe" in jener abgerundeten in der grossen Fontanelle des in Rede stehenden Stirnbeins liegenden federförmigen Ausstrahlung wiederzuerkennen glaube. Diese ist in unserem Falle natürlich nach oben, in Scaphocephalen dagegen nach unten gerichtet. Konnte aber nicht mit dieser zwischen den beiden Scheitelbeinen entstehenden Verknöcherung jene *Lücke*, welche in der Verknöcherung des Biparietalbeins zuweilen[21]) „der Mittellinie nahe" liegt, erklärt sein?

So hatten wir denn für ihre Scaphocephalen sowie für unseren Oocephalus ein sicheres Bildungsmoment erhalten und zwar eine Entstehung aus drei fruhzeitig verwachsenen Ossificationspunkten statt aus einem. — Nach dieser Wahrnehmung aber glaube ich die von mir zuerst geäusserte Ansicht, dass zwei nebeneinander liegende Knochen aus einem Ossificationspunkte entstehen, uberhaupt für vollständigen Irrthum erklären zu müssen. — Als ich vor Jahren die Synostosen bearbeitete und namentlich die Lagerung der Deckknochen auf die Gestalt des Primordialschädels und die Faltenbildung der Dura mater zurückführte, wurde mir jene Ansicht ziemlich verdachtig und ich suchte mir schon damals die Bildung jenes in meiner Dissertation abgebildeten Schädels[22]) durch eine frühzeitige Vereinigung zweier nahe gerückter, ursprünglich aber getrennter Knochenkerne (ziemlich analog der Hinterhauptschuppe, welche aus vier solchen Punkten entsteht) zu erklären, deren Wirkung die einer frühzeitig entstandenen Synostose wäre[23]). Nur der zweite Schädel — der eines mikrocephalen Embryo — der freilich

---

[21]) Anmerkung. F. D. Creve de calvariae osteogenia et fontanellarum ante partum aphorismo, Dissertatio inauguralis. Francofurti 1841. Fig. 1, 2 und 3.

[22]) Anmerkung. l. c. de Symmetria et Asymmetria. Taf. I.

[23]) Anmerkung. Architektur Pag. 19: „Während auf der linken Seite der Stirn- und Scheitelbeinhöcker an normaler Stelle sind, erscheinen beide auf der rechten Seite uber der Mitte der rechten Schlafenbeinschuppe zusammengeruckt und an einer Stelle vereinigt. Der Stirnhocker liegt viel weiter nach hinten als im normalen

auch manche andere Störung in der Knochenentwickelung, namentlich einige fehlende Deckknochen bemerken liess, hielt mich davon ab meine Ansicht fallen zu lassen[24]).

Herr Professor Welcker in Halle hat aber diesen Mikrocephalen neuerdings einer sehr gründlichen Untersuchung unterworfen und mir durch dieselbe auch den geringsten Zweifel an der Unrichtigkeit meiner früheren Auffassung benommen. Leider bin ich durch sein Werk zu vielen persönlichen Bemerkungen genöthigt worden, die mir um so unangenehmer waren, als ich gleichsam wie vor einem Zuchtpolizeigerichte mich oft schämen musste zu antworten und schämen musste zu schweigen. Schwerlich würde es aber der Verdienstlichkeit jener Arbeit Eintrag gethan haben, wenn mehr nur die Sache und weniger die Person zur Geltung gekommen wäre. — Nehmen Sie, hochverehrter Herr, dies als eine Entschuldigung, dass ich vorliegendes Schreiben an Sie mit einem solchen Ballast von Anmerkungen verunstaltet habe.

Da ich aber in meinem vorigen Schreiben die vollständigen Messungen der besprochenen Schädel (indem eine gemeinsame Art der Messung noch nicht verabredet war) beizufügen unterlassen hatte, und da die Verabredung in Göttingen uns die Veröffentlichung der Verzeichnisse über unsere Schädelsammlungen auferlegt, so will ich nicht verfehlen Beides in diesem Schreiben an Sie, für welches ich eine gleich wohlwollende und gütige Aufnahme erbitte, nachzuholen.

Frankfurt a. M., im September 1863.

Hochachtungsvoll

Lucae.

Zustande und der Scheitelbeinhöcker viel weiter nach vorn". Pag. 13: „Gerade hier liegt in weiterer Ausbreitung als gewöhnlich der Verknöcherungspunkt des Stirn- und Scheitelbeins." — Herr Welcker legt die Punkte nach meinem Dafürhalten zu weit auseinander und seine Gründe hierzu scheinen mir nicht gerechtfertigt. Uebrigens kommen wir uns hier doch näher als in der Auffassung der Entwickelung der Hinterhauptschuppe, welche sich nach meinen Beobachtungen (Architektur pag. 4) viel natürlicher giebt als mit Hülfe seiner „Zwickel".

[24]) Anmerkung. Ich habe den Schädel nicht so genau untersuchen können wie Herr Professor Welcker l. c. pag. 115, da ich zu Bürger's Zeit denselben nicht öffnen durfte und da die Zeichnung auf Taf. III. nach Bürger's Handzeichnungen angefertigt ist. Später brachte mir ein Besuch bei Fick das Schädelchen geöffnet zu Gesicht, doch konnte ich mir nur eine Contour von ihm entwerfen. In Bürger's Zeichnung sieht man den Rand des Knochens bis über die ganze Schläfenschuppe unter dem Periost verlaufen. In Hrn. Welcker's Zeichnung ist das Periost entfernt, aber die Knochenausbreitung an der Peripherie vielfach defect. In meiner Contourskizze finde ich den Rand höher und länger.

Messungen nach C. E. von Baer
in Millimeter.

Deutsche.

	Nr.	Länge.	Höhe.	Breite.	Stirn-Breite.	Scheitel-Breite.	Jochbogen Breite.	Horizont. Umfang.	Senkrechter Umfang.				Wirbel-Länge.	Hinterhpts. Bogen.	Hinterhpts. Durchm.	Vom Ohr z. Glabell.	Ohr Hinterhpt.	Schädelbreite. Höhe. über dem Ohr.	Schädelbreite. Länge. hint. dem Ohr.
1	Zwick	182	136	150	102/132	125	138	540	140	265	330	385	101	230	140	119	107	1/2	1/4
2	Klein	185	135	133	91/110	136	120	521	131	271	340	385	103	195	113	119	94	1/4	
3	Denig	185	131	140	99/120	113	136	532	137	260	315	378	102	220	126	120	102	1/3	
4	Schumacher	193	138	147	100/123	137	133	540	140	260	350	395	101	190	128	113	110	1/3	1/6
5	Müller I.	177	139	146	100/117	127	136	535	136	265	330	381	101	250	130	114	114	1/3	
6	Müller II.	181	132	140	107/122	127	127	525	125	260	345	375	102	210	128	112	104	1/2	1/4
7	Klänke	194	126	148	98/122	139	133	555	130	250	340	395	102	245	132	118	118	1/4	1/4
8	L. a 208	178	135	145	103/130	140	130	520	135	270	340	382	105	170	120	122	95	2/3	1/5
9	L. a 209	180	133	140	102/114	118	129	520	120	250	325	365	100	190	130	112	102	1/4	1/4
10	Mundo	175	135	151	97/125	128	134	533	125	253	321	374	96	221	131	110	113	1/4	1/2
11	Reinhardt	177	134	140	102/119	115	140	522	124	240	333	376	98	223	127	110	100	1/3	
12	Schulz	177	139	145	94/112	126	133	525	122	249	330	371	100	225	135	113	108	1/4	1/2
	Mittelzahl	182	134,1	143,7	99,6/120,5	127,6	132,4	530,7	130,4	257,9	333,2	380,1	100,9	211,1	128,3	115,2	105,6		

Chinesen.

Nr.	Lange.	Hohe.	Breite.	Stirn-Breite.	Scheitel-Breite.	Jochbogen Breite.	Horizont. Umfan.	Senkrechter Umfang.				Wirbel-Länge.	Hinterhpts Bogen.	Hinterhpts. Durchm.	Vom Ohr z. Glabell.	Ohr Hinterhpt.	Schädelbreite. Höhe. über dem Ohr.	Schädelbreite. Länge. hint. dem Ohr
1 Neu-Chinese XXI. 8	176	147	136	$\frac{95}{120}$	125	136	513	140	270	330	380	102	220	125	115	104	2/3	1/4
1 Chinesen v. Java XXI. 4	176	135	135	$\frac{92}{114}$	120	130	510	132	261	330	385	98	210	122	109	102	1/2	1/5
2 XXI. 3	175	139	138	$\frac{96}{108}$	123	128	515	126	265	325	373	94	214	120	110	112	1/2	1/4
3 XXI. 5	184	144	140	$\frac{96}{110}$	131	135	512	136	270	341	387	103	211	121	111	106	1/3	1/5
4 Hanau	174	137	128	$\frac{94}{108}$	112	131	485	132	265	330	358	101	163	117	117	97	1/2	1/4
5 Bastard-Chinese	174	142	132	$\frac{85}{104}$	127	125	495	130	265	320	372	95	200	120	100	102	2/3	1/4
Mittel	176,6	139,1	134,6	$\frac{92,6}{108,8}$	122,6	129,8	503,4	131,2	265,2	329,2	375,0	98,2	191,2	120,0	109,4	103,8		
1 Cochin-Chinese	183	145	134	$\frac{97}{114}$	130	136	517	130	270	315	390	103	216	130	114	110	3/5	

Australier.

	Nr.	Länge.	Höhe.	Breite.	Stirn-Breite.	Horizont. Brete.	Wangen-Breite.	Horizont. Umfang.	Scheitelbogen.				Stamm d. Kopfwinkl	Hinterhpts Durchm.	Hinterhpts Bogen.	Vom Ohr. z. Glabell.	VomOhr. z. Hintehpt.	Schädelbreite. Höhe. über dem Ohr.	Schädelbreite. Länge. hint. dem Ohr.
1	XXII. 10.	188	136	118	$\frac{96}{110}$	124	137	530	130	267	319	377	106	106	220	120	105	—	—
2	XXII. 11.	191	140	128	$\frac{96}{110}$	125	137	523	137	265	334	383	104	100	212	120	109	—	—
3	XXII. 12.	176	132	124	$\frac{95}{110}$	104	131	502	117	249	292	344	106	100	220	110	108	—	—
4	XXII. 9.	187	131	126	$\frac{91}{100}$	108	121	508	119	246	305	365	103	100	210	110	108	—	—
5	I. a 321. Anatom.	195	134	124	$\frac{97}{107}$	125	137	533	122	256	313	272	107	109	225	122	113	—	—
6	I. 2052.*)	183	138	132	$\frac{96}{110}$	128	142	520	127	265	328	380	108	130	210	115	95	—	—
	Mittel	186,6	135,1	125,3	$\frac{95,1}{107,8}$	119	134,1	519,3	125,3	256,5	315,1	370,1	105,6	107,5	216,1	116,1	106,3	—	—

Papua von Neu-Guinea.

	Nr.	Länge.	Höhe.	Breite.	Stirn-Breite.	Horizont. Brete.	Wangen-Breite.	Horizont. Umfang.	Scheitelbogen.				Stamm d. Kopfwinkl	Hinterhpts Durchm.	Hinterhpts Bogen.	Vom Ohr. z. Glabell.	VomOhr. z. Hintehpt.	Schädelbreite. Höhe. über dem Ohr.	Schädelbreite. Länge. hint. dem Ohr.
1	Papua	192	128	140	$\frac{107}{119}$	139	137	542	122	255	307	390	100	100	143				

*) Aus dem Museum Vrolikianum.

Neger.

Nr.		Lange.	Hohe.	Breite.	Stirn-Breite.	Scheitel-Breite.	Jochbogen Breite.	Horizont. Umfang.	Senkrechter Umfang.				Wirbel-Länge.	Hinterhpts Bogen.	Hinterhpts Durchm.	Vom Ohr z. Glabell	Ohr Hinterhpt.	Schädelbreite. Höhe. über dem Ohr.	Schädelbreite. Länge. hint. dem Ohr.
1	Neger. XXII. 6	184	129	120	87/103	113	127	503	130	260	335	375	99	175	112	112	104	2/3	1/4
2	I. a 124	195	141	138	102/124	138	130	538	135	275	345	395	109	225	123	122	101	2/3	1/5
3	I. a 125	182	142	129	91/102	124	135	503	125	260	330	375	110	190	118	122	112	2/3	1/3
4	I. a 179	186	130	137	103/116	118	139	518	134	260	340	380	102	210	125	118	111	1/2	1/4
5	I. a 9	197	137	142	98/117	144	125	538	135	260	340	397	105	200	125	115	123	2/3	1/4
	Mittel	188,8	135,8	133,2	95,2/112,4	127,4	131,2	520,0	131,8	263,0	338,0	385,4	105,0	200,0	120,6	117,8	110,2		

Mittelzahlen.

1	Deutsche	182	131,7	143,7	99,6/120,5	127,6	132,4	530,7	130,4	257,9	333,2	380,1	100,9	214,1	128,3	115,2	105,6
2	Chinesen	176,6	139,4	134,6	92,6/108,8	122,6	129,8	503,4	131,2	265,2	329,2	375,0	98,2	194,2	120,0	109,4	103,8
3	Neger	188,8	135,8	133,2	95,2/112,4	127,4	131,2	520,0	131,8	263,0	338,0	385,1	105,0	200,0	120,6	117,8	110,2
1	Australier	186,6	135,1	125,1	95,1/107,8	119	134,1	519,3	125,3	256,5	315,1	370,1	105,6	107,5	216,1	116,1	106,3

Schädelinhalt an Hirsen in Cubik-Centimeter.

Deutsche.

	Schädelhöhle.	3. Schädelgrube.	1. Schädelgrube.
Zwick	1533	140	235
Müller II.	1420	150	300
Denig	1450	155	265
Mundo	1657	160	250
Klein	1635	160	215
Schumacher	1725	135	310
Klänke	1630	145	245
Mülller I.	1535	170	230
Schultz	1490	140	170
Rheinhardt	*1300*	155	220
I. a 208.	1575	140	275
I. a 209.	1430	150	235
Mittel	*1531,66*	*150* 10,211	*245,833*

Chinesen.

XX. 3. Chinese	*1400*	130	165
XXI. 7. C.-Chin.	1575	155	295
XXI. 4. Chinese	1455	140	255
XXI. 8. Chinese	1480	120	245
XXI. 9. Bast.Ch.	1435	120	235
XXI. 5.	1550	130	230
Mittel	*1482,5*	*132,5*	*210*

Neger.

	Schädelhöhle.	3. Schädelgrube.	1. Schädelgrube.
XXII. 6.	*1190*	110	200
I. a 124.	1505	102	243
I. a 125.	1280	130	215
I. a 179. Martinq.	1250	140	218
I. a 9.	1495	130	290
Mittel	*1344*	*122,4*	*233,2*

Australier.

XXII. 12.	1125	115	220
I. a 321.	1300	140	205
XXII. 11.	1275	130	265
XXII. 10.	1180	135	205
XXII. 9.	*1115*	110	215
Mittel	*1186,6*	*126*	*222*

Mittelzahlen.

1 Deutsche	1531,66	150	245,8
2 Chinesen	1482,5	132,5	210
3 Neger	1344	122,4	233,2
4 Australier	1186,6	126	222

Verzeichniss der Rassen-Schädel des Senckenbergischen Museums und der Anatomie.

I. a 150. Egyptische Mumie nebst Skelett. Kind von 2 Jahren. Geschenk des Hrn. Dr. Rueppel. (Senckenberg. Anatomie.)

XXI. 1. Egyptische Mumie. Geschenk des Hrn. Dr. Rüppel.

I. a 154. Schädel einer egyptischen Mumie. Geschenk des Hrn. Dr. Rueppel. (Senckenberg. Anatomie.)

XXI. 2. Grönländer. Geschenk des Hrn. Prof. Eschericht. Ist „Zur organischen Formenlehre“ Taf. VI. abgebildet.

XXI. 3. Chinese. Geschenk des Hrn. Dr. Doebel in Batavia. Abgebildet „Zur organischen Formenlehre“ Taf. V. und „Zur Morphologie der Rassenschädel“ Taf. 13 bis 15 etc.

XXI. 4. Chinese. Geschenk des Hrn. Dr. Doebel in Batavia. Abgebildet „Morphologie der Rassenschädel“ Taf. 13 bis 15 etc.

XXI. 5. Chinese. Geschenk des Hrn. Doebel in Batavia. Abgebildet „Morphologie der Rassenschädel“. Taf. 13 bis 15 etc.

XXI. 6. Chinesisches Kind. Geschenk des Hrn. Dr. Doebel in Batavia.

XXI. 7. Cochinchinese. Geschenk des Hrn. Dr. Doebel in Batavia. Abgebildet „Morphologie der Rassenschädel“ Taf. 13 bis 15 etc.

XXI. 8. Neu-Chinese. Geschenk des Hrn. Dr. Doebel in Batavia. Abgebildet „Morphologie der Rassenschädel“ Taf. 13 bis 15 etc.

XXI. 9. Bastard-Chinese. Geschenk des Hrn. Dr. Doebel in Batavia. Abgebildet „Morphologie der Rassenschädel“ Taf. 13 bis 15 etc.

XXI. 10. Botokuden-Mann. Geschenk des Hrn. Dr. Freyreiss.

XXI. 11. „ Weib. „ „ „ „ „

XXI. 12. „ Kind. „ „ „ „ „

I. a 103. Mann aus dem Stamm der Goway-Indianer, oberhalb des Missouri. (Senckenberg. Anatomie.)

XXI. 13. Bewohner der Insel Floris (einer der kleinen Sunda-Inseln.) Geschenk des Hrn. Dr. Doebel in Batavia. Abgebildet „Zur organischen Formenlehre“ Taf. 10.

XXI. 14. Bengalle (Benkulen ?). Geschenk des Hrn. Dr. Doebel in Batavia.

XXI. 15. Benkule (auf der Westküste von Sumatra). Geschenk des Hrn. Dr. Doebel.

XXI. 16. „Bengaloe“ von Malabar. Geschenk des Hrn. Dr. Doebel in Batavia.

XXI. 17. Bengaloe vom Stamm der Maratten. Geschenk des Hrn. Dr. Doebel in Batavia.

XXI. 18. Bewohner der Insel Nias (im Westen von Sumatra). Geschenk des Hrn. Dr. Doebel in Batavia.

XXII. 5. Bewohner der Insel Nias (an der Westküste von Sumatra). Geschenk des Hrn. Dr. Müller in Batavia.

XXI. 19. Bewohner von Palembang (im südöstlichen Sumatra). Geschenk des Hrn. Dr. Doebel in Batavia.

XXI. 20. Bewohner von Amboina. Geschenk des Hrn. Dr. Doebel in Batavia.

XXI. 21. Timoroe-Mann (von den kleinen Sunda-Inseln). Geschenk des Hrn. Dr. Doebel in Batavia.

XXI. 45. Timoroe-Knabe. Geschenk des Hrn. Dr. Doebel in Batavia.

XXI. 22. Timoroe-Frau. Geschenk des Hrn. Dr. Doebel in Batavia.

XXI. 23. Bewohner der Sunda-Insel Madura. Geschenk des Hrn. Doebel in Batavia.

XXI. 24. Bewohner der Sunda-Insel Madura. Geschenk des Hrn. Dr. Doebel in Batavia.

XXI. 25. Bewohner der Sunda-Insel Madura. Geschenk des Hrn. Dr. Doebel in Batavia.

XXI. 26. Neuseeländische Mumie. Geschenk des Hrn. Heyne in Guajaquil.

XXII. 1. Neuseeländischer Haeuptling vom Stamm Muketu an der Ostküste von Neu-Seeland. Geschenk des Hrn. Dr. Dieffenbach.

XXII. 2. Neuseeländer aus der Nähe des Egmont-Berges. Geschenk des Hrn. Dr. Dieffenbach.

XXII. 3. Junger Eingeborener der Chatam-Inseln (bei Neu-Seeland). Die Urrasse, welche den wahren Polynesiern angehörte, ist jetzt wahrscheinlich vertilgt durch neuseeländische Eindringlinge.

XXI. 27. Malaie von Batavia. Geschenk des Hrn. Dr. Doebel in Batavia.

XXI. 28. Malaiische Frau. Geschenk des Hrn. Dr. Doebel in Batavia.

I. a 123. Javaner. Namens Kromo-Diwirio, 30 Jahre alt, starb 1842 an Ruhr im Hospital zu Saerabaya. Geschenk des Hrn. Dr. Schmitt in Batavia. (Senckenberg. Anatomie.)

I. a 129. Javanische Frau. Geschenk des Hrn. Dr. Doebel in Batavia. (Senckenberg. Anatomie.)

XXI. 29. Javanese. Geschenk des Hrn. Dr. Strauss in Batavia. Abgebildet „Zur organischen Formenlehre“ Taf. 9.

XXI. 30. Javanese aus dem Innern von Java. Geschenk des Hrn. Dr. Doebel in Batavia.

XXI. 31. Javanese. Geschenk des Hrn. Dr. Doebel in Batavia.

XXI. 44. „ „ „ „ „ „ „ „

XXI. 46. „ „ „ „ „ „ „ „

XXI. 32. Bastard-Javanese. Geschenk des Hrn. Dr. Doebel in Batavia.

I. a 122. Schädel und Skelett eines Eingeborenen von der Insel Ratti, Zea-Dro-i mit Namen, starb 26 Jahre alt an Dysenterie in Soerabaya. Geschenk von Hrn. Dr. Schmitt auf Java. (Senckenberg. Anatomie.)

XXI. 33. Alfuru. Geschenk des Hrn. Dr. Doebel in Batavia.

XXI. 34. Alfuru von Manado (auf der Nordküste der Insel Celebes). Geschenk des Hrn. Dr. Strauss in Batavia.

XXI. 35. Batta aus dem Innern der Insel Sumatra. Geschenk des Hrn. Dr. Doebel in Batavia.

XXII. 4. Bewohners der Stadt Atjim oder Atschym an der Nordspitze von Sumatra. Geschenk des Hrn. Dr. Bagge.

XXI. 36. Kaynoe (von der Molukken-Insel Kay). Geschenk des Hrn. Dr. Doebel in Batavia.

XXI. 37. Papua. Geschenk des Hrn. Dr. Doebel in Batavia. Abgebildet „Zur organischen Formenlehre“ Taf. XI. und „Zur Morphologie der Rassenschädel“ Taf. VI., VII., VIII. etc.

XXI. 38. Neger von Bourbon. Geschenk des Hrn. Dr. Doebel in Batavia.

XXI. 39. Neger von unbekannter Heimath. Geschenk des Hrn. Dr. Doebel in Batavia.

XXI. 40. Schangalla-Neger. Geschenk des Hrn. Dr. Rueppel. Abgebildet „Zur organischen Formenlehre“ Taf. VIII.

XXII. 6. Ashantee. Geschenk des Hrn. Dr. Mueller in Batavia.

I. a 124. Ashantee Namens Dawin-Kadjo, starb 28 Jahre alt an der Ruhr im Hospital zu Soerabaya. Geschenk des Hrn. Dr. Schmitt in Batavia. Abgebildet „Morphologie etc.“ Taf. 22. (Senckenberg. Anatomie.)

I. a 125. Ashantee mit Namen Aya-Kwauw 24 Jahre alt, starb 1843 im Hospital zu Soerabaya. Geschenk des Hrn. Dr. Schmitt in Batavia. Abgebildet „Morphologie etc.“ Taf. 22.

I. a 1. Schädel und Skelett eines Negers von 24 Jahren (in Sachsen geboren). (Senckenberg. Anatomie.)

I. a 9. Neger. Abgebildet „Zur organischen Formenlehre“ Taf. VII. und „Morphologie etc.“ Taf. 22. (Senckenberg. Anatomie.)

I. a 179. Neger von der Insel Martinique. Geschenk des Hrn. Hofrath Soemmerring. (Senckenberg. Anatomie.)

I. a 321. Australneger vom Clarence river. Geschenk des Hrn. Consul Kirchner. (Senckenberg. Anatomie.)

I. a 322. Australnegerin ebendaher. Geschenk des Hrn. Consul Kirchner (Senckenberg. Anatomie.)

XXII. 9—12. Australneger vom Clarence river. Geschenk des Hrn. Consul Kirchner. Diese letzten sechs Schädel sind abgebildet in Lucae's „Morphologie der Rassenschädel“.

In letzter Zeit erhielt unsere Sammlung von Herrn Hauptmann Ullmann auf Sumatra den Schädel eines Bastard-Chinesen und eines Dayaken, sowie von unserem Mitbürger Herrn Ferdinand Knoblauch auf Neu-Caledonien fünf Schädel von Eingebornen von Neu-Caledonien.

Erklärung der Abbildungen.

Die Tafeln 13, 14, 15 und 18 enthalten die Schädelzeichnung und die Abbildungen der Leimausgüsse von Chinesen. Alle die Schädel kommen aus Java und sind Mischlinge oder Nachkommen von Mischlingen (von Malaischen Frauen und echten Chinesen). Nur der Neu-Chinese soll ein in China geborener und in Java eingewanderter Chinese sein. Nur der Chinese aus der Sammlung in Hanau ist mit Hülfe der pag. 4 abgebildeten Maschine geometrisch gezeichnet.

Die Tafeln 16 und 17 enthalten Abbildungen deutscher Schädel. Meist von Verbrechern, uber deren Lebensverhältnisse, Alter, Geburtsort etc. für denjenigen den es interessirt, das Nähere in der „*Actenmässigen Geschichte der Räuberbanden an den Ufern des Rheins, Erster Theil*“ das Nähere zu finden ist.

Die Tafeln 19, 20, 21, geben die Durchschnitte der vorhergehenden Schädel mit den Leimausgüssen.

Tafel 22 enthält Negerschädel über welche das Nähere im vorstehenden Catalog zu sehen ist.

Die Tafel 23 enthält die geometrische Zeichnung und die Photographie der Buste unseres Anatomen Sommerring in Contour von Herrn Hasselhorst, Professor am Städelschen Kunstinstitute, auf Stein gezeichnet, um eine genauere Vergleichung beider Zeichnungen zu ermöglichen und ihr Verhältniss zu einander, so wie die Stellung beider zu unserer Anschauungsweise klar zu stellen.

Tafel 24 zeigt vorige geometrische Zeichnung in vollkommenster Ausfuhrung von unserm geschätzten Künstler Herrn Junker.

Berichtigungen.

Seite 5 Zeile 8. 9 von unten ist zu lesen: Ist das Glas nur $\frac{1}{4}$ vom Auge, aber $\frac{3}{4}$ vom Bilde entfernt etc.
„ 6 Anmerk. Zeile 7 von unten ist zu lesen: wirklich wahr statt wahrhaftig mehr.
„ 7 Zeile 16 von oben ist zu lesen: *b Fig. 2.* statt A.
„ 10 „ 14 „ „ „ „ „ *Taf. XXIII. XXIV.* statt XI. XII.
„ 28 „ 6 „ „ „ „ „ nöthig ist, besonders wie ihn Virchow legt, so wird etc.
„ 28 „ 7 „ unten „ „ „ eben so wenig mit ihr wie mit dem grossen Nasenwinkel etc.
„ 29 „ 1 „ oben „ „ „ 86 Mm. statt 58 Mm.
„ 29 „ 9 „ „ „ „ „ gleich dem der orthognathen statt kürzer als bei den orthognathen.
„ 31 „ 8 „ „ „ am Schluss des Satzes beizufügen: Vid. S. 28.
„ 31 Anmerk. Zeile 4 von unten ist zu lesen: Nasenwinkel statt Sattelwinkel.
„ 34 Zeile 16. 17 von oben ist zu lesen: 20 bis 24 Mm. statt 28 und 30 Mm.
„ 34 „ 18 von oben ist zu lesen: 26 bis 30 Mm. statt 20 bis 24 Mm.
„ 35 „ 7 „ „ „ „ „ in der Entwickelung statt geringeren oder stärkeren Entwickelung
„ 36 Anmerk. Zeile 3. 4. 5 von unten ist zu lesen: mit ihrer unteren Fläche nach vorn gerichtet. Nur bei Stemmatopus, bei Phoca barbata und dem Wallross hat der vorderste Theil des Plan. sphenoidale an dieser Erhebung Antheil genommen.
„ 39 Anmerk. Zeile 6 von unten ist zu lesen: aphanismo.
„ 40 „ „ 4. 5. 6 von unten ist zu lesen: Bünger statt Bürger.

Weitere Beobachtungen über die Wirbel der Selachier, insbesondere über die Wirbel der Lamnoidei, nebst allgemeinen Bemerkungen über die Bildung der Wirbel der Plagiostomen.

Von

A. Kölliker.

Tafel XIII bis XVII

Seit meinen ersten Mittheilungen über die Wirbel der Selachier (Würzb. Verh. Bd. X) habe ich Gelegenheit gehabt, eine Reihe neuer Gattungen zu untersuchen, sowie meine ersten Beobachtungen zu vervollständigen, so dass mir jetzt ein Material zu Gebote steht, welches noch mehr als früher gestattet, das Planmässige im Baue der Wirbelsäule dieser Thiere zu überschauen.

I. *Thatsächliches.*

Ich zähle der Reihe nach die einzelnen Gattungen auf, über welche ich Neues zu berichten habe.

1. *Hexanchus.*

In meiner ersten Mittheilung findet sich gestützt auf die Untersuchung der Wirbelsäule von Heptanchus die Vermuthung ausgesprochen, dass auch bei Hexanchus die Schwanzwirbelsäule besser verknöchert sein werde als der vordere, bis jetzt allein bekannte Theil der Wirbelsäule. Die Untersuchung zweier von meinem Freunde de Filippi in Turin erhaltenen Schwanzwirbelsäulen der genannten Gattung hat jedoch diese Vermuthung nicht bestätigt, indem sich auch hier keine Spur von Kalkablagerungen zeigte. Meinen früheren Bemerkungen habe ich beizufügen: 1) dass am Schwanze die Reste der Elastica externa ringsherum deutlich und zum Theil in Gestalt einer elastischen Netzmembran ganz gut erhalten sind, 2) dass die von der eigentlichen Chordascheide abstammenden Scheidewände, die die Wirbelabtheilungen bezeichnen, hier viel dicker sind als vorn, dafür aber auch sehr wenig über die innere Oberfläche der Scheide vortreten, und die Chorda selbst nur wenig einschnüren und 3) dass die eigentliche Chorda-

scheide stellenweise, namentlich innen, in der Gegend der Scheidewände an der Grenze der Elastica interna und an den an die Bogen anstossenden Stellen in hyalinen Knorpel umgewandelt ist.

2. *Cestracion Philippii.*

Von diesem Haien standen mir nur Schwanzwirbel zu Gebote, die ich der Gefälligkeit meines Collegen Leiblein verdanke. Dieselben zeigen wesentlich den Typus derer von Heptanchus. Der Wirbelkörper besteht aus einem hohlen Doppelkegel, der innen Faserknochen, aussen Knorpelknochen zeigt und an seiner äusseren Seite 8 niedrige Kanten trägt, so dass der senkrechte Innenschnitt das Bild eines Sternes gibt. An der Querseite des Doppelkegels liegt im Centrum des Wirbels ächter hyaliner Knorpel, der die eigentliche Chorda bis auf eine unkenntliche Spur verdrängt, und ebenso wird die Aussenseite des knöchernen Wirbels von hyalinem Knorpel umgeben, der dann unmittelbar in den der Bogen sich fortzusetzen scheint. Die sehr deutlichen Reste der ursprünglichen Elastica externa der Chordascheide zeigen jedoch bestimmt an, dass das Meiste dieses Knorpels der ursprünglichen Chorda angehört. Von diesen Resten der Elastica externa will ich noch bemerken, dass dieselben hier wie bei allen andern ausgebildeten Selachiern, wo sie noch kenntlich sind, nicht einfach in einer Kreislinie angeordnet sich zeigen, vielmehr eher eine Art rautenförmiger Figur begrenzen, indem sie oben und unten, rechts und links wie Flügel oder warzenförmig vortreten, in welchen Gegenden die innen an dieselben angrenzenden Theile der Chordascheide auch häufig ganz homogen erscheinen. Die Bogen vereinen sich auf das Genaueste mit dem chordalen Wirbelkörper, lassen denselben jedoch seitlich, da wo die Elastica vorspringt, unbedeckt. Eine leichte Knorpelverkalkung, die seitlich an jedem Wirbelkörper ihre Lage hat, liegt zum Theil oberflächlich in dem von den Bogen abstammenden Knorpel, zum Theil innen an dem vortretenden Theile der Elastica externa und gehört somit dem chordalen Wirbelkörper an, doch ist die letztere Verkalkung schwach und ziemlich in einem Niveau mit der den Bogentheilen angehörenden.

3. *Spinax niger.*

Die Wirbel dieser Gattung stimmen fast auf ein Haar mit den früher von mir beschriebenen von Acanthias überein, nur dass der von den Bogen abstammende Knorpelbeleg an den Seiten der Wirbelkörper äusserst dünn ist. Reste der Elastica externa sind auch hier vorhanden und bezeichnen die Grenze der eigentlichen chordalen Wirbel-

körper, doch sind dieselben äusserst spärlich und klein und nur für den mit diesen Verhältnissen ganz Vertrauten zu erkennen. Im Centrum des Wirbels ist die Chorda selbst auch hier bis auf einen ganz kleinen undeutlichen Rest verdrängt.

4. *Lomargus borealis.*

Diese Gattung, die ich wie die vorhergehende van Beneden verdanke, schliesst sich ebenfalls an Acanthias an. Die Bogen bilden seitlich an den Wirbelkörpern einen deutlichen nicht verkalkten Knorpelbeleg. Die Elastica externa ist ringsherum äusserst deutlich, springt aber nur oben und unten gegen den Nerven- und Gefässkanal warzenförmig vor. Die Chorda ist auch im Centrum des Wirbels ziemlich gut erhalten und zeigt allerwärts einen mittleren derberen bandförmigen Streifen vom Aussehen einer senkrechten Scheidewand, der nur aus abgeplatteten Chordazellen besteht.

5. *Ginglymostoma.*

Für die richtige Auffassung der sonderbar gebauten Wirbel dieser Gattung der Scyllien verweise ich auf Fig. 1. Die einfacheren Schwanzwirbel zeigen folgende Verhältnisse. Der chordale Wirbelkörper besteht aus einem wie gewöhnlich beschaffenen Doppelkegel mit 7 äusseren kleinen Kanten, von denen 2 oben, je 2 seitlich und eine unten stehen. Umgeben wird dieses Centrum des Wirbels zunächst von Knorpel und dann folgen äussere Ossificationen, die in vier Hauptgruppen rechts und links oben und unten vertheilt sind. Die seitlichen bestehen aus je zwei an den Enden der Wirbel unter sich und mit dem innern Doppelkegel verschmelzenden Massen, die zum Theil aus Knorpelknochen, zum Theil aus Faserknochen bestehen und nach aussen und zwischen sich ächten Faserknorpel mit starken radären Fasern zeigen. Die obere Ossification ist in der Mitte der Wirbel doppelt, an den Enden durch eine Querbrücke verschmolzen, enthält zwischen ihren Theilstücken hyalinen Knorpel, zeigt jedoch an der äusseren Fläche ebenfalls Faserknorpel. Aehnlich verhält sich auch die untere Ossification, nur dass diese nirgends aus getrennten Stücken besteht. In den von den Bogen aus zwischen die vier äusseren Ossificationsmassen eindringenden Knorpelmassen finden sich einzelne Blutgefässe.

Die vorderen Wirbel von Ginglymostoma sind verwickelter gebaut als die des Schwanzes. Zwar sind die äusseren Kanten des chordalen Doppelkegels hier so zu sagen nur angedeutet, dafür sind aber die äusseren Ossificationen verwickelter gebaut, wie am besten aus der Fig. 2 hervorgeht. Verglichen mit den hinteren Wirbeln fällt

besonders die grosse Entwickelung der unteren Ossification auf, sowie das Vorkommen von seitlichen Verbindungen der Strahlen dieser Knochenmassen, so dass der ganze Wirbelkörper, ähnlich wie bei gewissen Lamnoidei, aussen und innen wie eine andere Schichtung zeigt.

Bezüglich auf die Deutung und Entwickelung dieser sonderbaren Wirbel ist es mir nicht gelungen ein bestimmtes Ergebniss zu erhalten, und bin ich nicht im Stande mit Sicherheit anzugeben, wie viel von dehselben auf Rechnung der Chordascheide, wie viel auf die periostale Anlagerungen kommt, indem es mir nicht geglückt ist, sichere Spuren der Elastica externa zu finden. Der Umstand, dass die äusseren vier keilförmigen Massen innen aus Knorpelknochen, aussen aus verkalktem Faserknorpel bestehen, könnte zur Vermuthung führen, dass die innern Theile derselben von Verkalkungen der Chordascheide selbst herrühren, mit denen dann noch äussere Ablagerungen sich verbinden. Da jedoch bei den andern Scyllien bei ähnlichem Baue der äussern verkalkten keilförmigen Massen die Elastica interna nach innen auch von den aus Knorpelknochen bestehenden Theilen derselben sich nachweisen lässt, so möchte es das Gerathenste sein, für einmal auch bei Ginglymostoma die Verhältnisse in diesem Sinne aufzufassen. Erwähnenswerth ist noch das Verhalten der Chorda. In den Aushöhlungen zwischen zwei Wirbeln fehlt die Chorda ganz und ist durch Flüssigkeit ersetzt, dagegen ist die Elastica interna deutlich erhalten und kleidet die vertieften Endflächen der Wirbelkörper aus, so jedoch, dass zwischen der genannten Haut und dem knöchernen Wirbel eine ziemlich mächtige Lage eines faserigen Gewebes seine Lage hat, das vom innersten Theile der ursprünglichen Faserlage der äussern Chordascheide abstammt. Zwischen den Rändern je zweier Wirbel bildet dieses Gewebe, das zwischen Bindegewebe und Faserknorpel so ziemlich die Mitte hält, ein Ligamentum intervertebrale, ausserdem besorgt dasselbe aber auch das Dickenwachsthum der Doppelkegel an ihrer concaven Fläche, sowie die Ausdehnung derselben an ihren freien Rändern, ohne irgendwo die Natur von ächtem Knorpel anzunehmen als in der Nähe der mittleren Oeffnung der Wirbelkörper und in dieser selbst. Hier jedoch ist der bei allen Plagiostomen ursprünglich an dieser Stelle sich findende Knorpel so entwickelt, dass er die Chorda vollkommen verdrängt hat und, statt einer die Chorda enthaltenden Lücke wie bei andern Gattungen, ein zusammenhängender Knorpelcylinder gefunden wird, der in seiner Mitte einen dünnen, aus der Elastica interna gebildeten Strang enthält.

6. *Centroscyllium Fabricii.*

Der Gefälligkeit meines Collegen Heinrich Müller verdanke ich es, dass ich einige Schwanzwirbel dieser seltenen Gattung untersuchen konnte. Dieselben stimmen im Baue in allen wesentlichen Verhältnissen mit den von mir schon an einem andern Orte (Würzb. Verh. Bd. X.) beschriebenen von Acanthias vulgaris überein und habe ich nur zweierlei hervorzuheben. Erstens war an dem grossen mir vorliegenden Exemplare die Elastica externa nur noch da und dort in schwachen Spuren zu erkennen, immerhin so dass sich sehen liess, dass die Wirbelkörper eine zarte Belegung von den knorpeligen Bogen besitzen und dass die oberflächliche Verkalkung derselben diesem der Chordascheide fremden Knorpel angehört. Zweitens war die Chorda selbst nur in der Mitte der Wirbel nach innen von einem auch hier befindlichen Knorpel erhalten, fehlte dagegen in den Aushöhlungen der Doppelkegel fast ganz und war hier durch Flüssigkeit vertreten. Eine Einschnürung der Chorda genau in der Mitte des Wirbels war auch hier da, doch ging dieselbe nicht bis zur gänzlichen Verdrängung der Chordazellen wie bei Ginglymostoma.

7. *Rhinobatus granulatus.*

Die Wirbel dieser Gattung stimmen fast ganz mit den von mir früher untersuchten eines kleinen Individuums von Myliobates überein. Der chordale Wirbelkörper ist von aussen betrachtet cylindrisch und zeigt sich fast die ganze Chordascheide verkalkt mit Ausnahme eines dünnen Saumes, der in den Gegenden wo die Bogen aufsitzen knorpelig ist, an den übrigen Stellen mehr faserknorpelig erscheint. An diesen Orten so wie je zwischen zwei Wirbeln hat auch die Chordascheide eine scharfe Begrenzung, ohne dass eine Elastica externa mit Bestimmtheit sichtbar wird, an den Abgangsstellen der Bogen dagegen sind die beiderlei Knorpel ohne Abgrenzung verschmolzen.

Auf Durchschnitten erkennt man, dass die Wirbelkörper wie gewöhnlich zwei konische Endfacetten besitzen und in der Mitte am dicksten sind. Hier findet sich die gewöhnliche innere Knorpellage und ist die Chorda fast ganz verdrängt, in den Facetten dagegen erkennt man hübsches grosszelliges Chordagewebe, von dem ich jedoch nicht sagen kann, ob es den ganzen Raum zwischen zwei Wirbeln erfüllt.

Am verschmolzenen vorderen Ende der Wirbelsäule, da wo die Wirbelkörper enden und das Ganze scheinbar nur von den verschmolzenen Bogen gebildet wird, lässt sich hier schöner als bei irgend einer andern Gattung der Rajidae nachweisen,

dass die Chorda noch einen nicht unwesentlichen Antheil an der Bildung desselben hat. In der ganzen Länge dieses Stückes nämlich bis zum allervordersten Zapfen zwischen den zwei Gelenkflächen zur Verbindung mit dem Schädel findet sich in der Fortsetzung der Wirbelkörpersäule ein mittlerer feiner Knorpelstrang, der durch die concentrische Stellung seiner Elemente, obschon eine Elastica externa nicht zu sehen ist, ganz bestimmt als eine Fortsetzung der Chordascheide sich kund gibt und auch durch Schnitte in der Gegend, wo die Wirbelkörper aufhören, bestimmt als solche nachgewiessen werden kann. In der Mitte dieses Streifens. der ganz hinten selbst noch Kalkablagerungen ohne Regelmässigkeit zeigt, findet sich ein Chordarest von einem hellen Saume begrenzt und krümelig verkalkt.

Das vorderste Ende dieses von der Chordascheide abstammenden Knorpels nimmt nur noch eine excentrische Stellung an, während er weiter hinten genau in der Mitte liegt, so jedoch dass er die ganze Breite der Knorpelplatte einnimmt, die die Stelle der Wirbelkörper vertritt, und an die oberflächlichen Krusten derselben angrenzt. Endlich liegt der chordale Knorpel nur noch der oberen Kruste an und wird von der unteren durch eine etwa seiner halben Breite gleichkommende Knorpelmasse geschieden. So tritt der Strang auch in den vorderen Endzapfen der Wirbelsäule ein und scheint an dessen Ende sich zu verlieren. Wenigstens ist es mir nicht möglich gewesen, denselben in die Schädelbasis zu verfolgen oder in dieser aufzufinden und eben so wenig habe ich einen Uebergang desselben in das innere Periost der Schädelbasis wahrgenommen.

8. *Taeniura lymna. M. H.*

Die Wirbel dieser Gattung stimmen in Allem mit denen von Rhinobatus überein und ist die einzige Abweichung, die ich namhaft zu machen habe, die, dass der chordale Strang im vordersten verschmolzenen Ende der Wirbelsäule hier verkümmert ist und genau die Verhältnisse zeigt, die ich an einem andern Orte geschildert habe.

9. *Lamna cornubica.*

Ueber die merkwürdigen Wirbel dieser Gattung liegen bis jetzt nur einige spärliche Angaben von J. Müller vor (Agassiz, Poissons foss. III. pag. 363—365), denenzufolge dieselben in ihrem ganzen Umkreise viele von Knorpel erfüllte Spalten darbieten, während das ganze übrige Knochen sei. Mir lagen zur Untersuchung nur einige mittlere Wirbel einer getrockneten Wirbelsaule vor, die jedoch nach dem

Aufweichen ihren Bau ziemlich genau verfolgen liessen. Dieselben (Fig. III.) bestehen vor Allem aus einem starken kurzen Doppelkegel von Faserknochen von demselben Baue wie bei dem Nictitantes (S. m. Abh. in Würzb. Verh. X). In der äusseren Aushöhlung dieses eigentlichen Wirbelkörpers (*a*) befinden sich an der angegebenen Stelle der Wirbelsäule 12 schmale Knochenblätter (*b b' b''*) ebenfalls von Faserknochen, die wie die Speichen eines Rades, von der Aussenfläche des Doppelkegels, mit der sie innig verschmolzen sind, zur Oberfläche des gesammten Wirbelkörpers reichen. Zwei von diesen (*b*) gehen nach oben und enden innen nach der Grundfläche der Knorpelbogen *c*, zwei stärker auseinanderweichende (*b'*) erstrecken sich in derselben Weise nach unten und je vier stehen in ziemlich regelmässigen Abständen seitlich zwischen den obern und untern Bogen einer Seite. Von den zwölf kegelförmigen Fächern zwischen diesen Blättern sind die vier, die den Abgangsstellen der Bogen entsprechen (*d d*) mit ächtem Knorpel gefüllt, der bis zum innern Doppelkegel dringt und in derselben Weise, wie bei den Nictitantes, ein inneres Knorpelkreuz darstellt. Die übrigen Fächer dagegen (*e e*) d. h. der obere mittlere, der untere mittlere, und die drei an jeder Seite, enthalten Zapfen von einem verkalkten Faserknorpel, der ganz dem der Nictitantes entspricht.

Diese Schilderung passt nun übrigens nur für die mittleren Theile der genannten Wirbel. An den Enden derselben finden sich statt der zwölf, je 18 Blätter, welche Zahl dadurch entsteht, dass hier sechs von den zwölf beschriebenen Blättern, nämlich die seitlichen oberen, die seitlichen unteren, und die unteren mittleren, je in zwei Blätter sich spalten und so gespalten an die Ränder des innern Doppelkegels sich ansetzen. Dadurch entstehen natürlich auch sechs besondere kleinere Fächer, so dass die Gesammtzahl dieser hier auch auf 18 steigt und in diesen finden sich ebenfalls besondere kleine Keile von verkalktem Faserknorpel. An den unteren Hauptblättern finden sich selbst Andeutungen einer Spaltung in drei Endblätter, Verhältnisse, die in den von Agassiz nach J. Müller abgebildeten Wirbeln (l. c. Tab. 40 *b* Fig. 12 und besonders Fig. 13) in noch höherem Grade aber auch so verwickelt ausgeprägt sind, dass das Gesetzmässige der ganzen Bildung nicht leicht zu erkennen ist.

An die vertieften Endflächen der Doppelkegel grenzt zunächst eine mächtige Lage von Faserknorpel, dann folgt eine schöne Elastica interna und statt der Chorda ein leerer Raum, der wohl auch hier mit Flüssigkeit gefüllt war, wie bei den Nictitantes. Auch im Centrum des Doppelkegels ist von der Chorda nichts mehr zu sehen und findet sich an ihrer Stelle eine dünne scheibenförmige Lage von Knorpelknochen.

Der feinere Bau und die Bedeutung aller dieser Theile ist folgende. Von dem eigentlichen Doppelkegel habe ich nichts weiter zu bemerken, indem derselbe ganz nach dem Typus derer der Nictitantes gebaut ist, nur dass die Knorpelkapseln ausgezeichnet gross sind und oft so dicht stehen, dass der Anschein grösserer reihenförmiger Lücken entsteht. Die mittlere dünne Verknöcherung dieses Doppelkegels zeigt sehr eigenthümliche, verschieden grosse, buchtige und zum Theil ineinander geöffnete Höhlen und ist, obschon die Stelle der Chorda einnehmend, doch sicher nicht ein Product dieser, sondern der inneren Knorpellage der äusseren Chordascheide, die bei anderen Plagiostomen zwischen der Chorda und dem Doppelkegel ihre Lage hat, die wuchernd die Chorda verdrängte und dann verkalkte. In der That sieht man auch nach dem Ausziehen der Kalksalze in diesem Septum noch ziemlich erkennbare Reste der Elastica interna genau in der Mitte, jedoch keine Spur von Chordazellen. Dass die genannten zwei Theile aus einer Verknöcherung der knorpeligen Chordascheide hervorgingen ist klar, eben so sicher ist aber auch, dass die äussern Keile von verkalktem Faserknorpel Periostablagerungen sind und der äusseren sceletbildenden Lage ihren Ursprung verdanken. Das Gewebe dieser Keile ist ähnlich dem der vier äussern Keile der Nictitantes, jedoch weniger verkalkt und daher weicher. Auch ist die Grundsubstanz hier mehr wie in einem Netzknorpel beschaffen und wie die minder verkalkten Theile lehren, äusserst zierlich aus feinen nach allen Richtungen sich verflechtenden und verbundenen Fäserchen gebildet, zwischen denen viele grosse rundliche, oft in senkrechten Reihen stehende, ziemlich dickwandige Kapseln sich finden. Besondere senkrechte Fasern fehlen auch nicht, nur sind dieselben minder stark als bei den Nictitantes und ebenso sind von aussen eindringende starke Blutgefässe da. Alle diese Theile von verkalktem Faserknorpel haben ihren Bildungspunkt in einer bis $\frac{1}{4}'''$ mächtigen dunkleren Lage von Faserknorpel, welche die Wirbel äusserlich vollkommen bekleidet mit einziger Ausnahme der Stellen, wo die knorpeligen Bogen abgehen. Bemerken will ich übrigens noch, dass an meinen Wirbeln manche dieser Keile auch nach dem Aufweichen ihre Fächer nicht ganz erfüllten, sowie dass an den trockenen Wirbeln diese Keile fast ganz geschrumpft und ihre Fächer zwischen den Blättern scheinbar leer waren, was alle die berücksichtigen mögen, die trockene Lamnawirbel untersuchen. Nach allem, was ich gesehen habe, muss ich glauben, dass diese Keile in frischen Wirbeln ihre Fächer ganz erfüllen, doch können allerdings über das abfällige Vorkommen von Lücken in denselben nur Untersuchungen frischer Thiere ganz sichern Aufschluss geben.

Sind mir über die Entwickelung dieser Keile keine Zweifel geblieben, so kann

ich von den 12—18 speichenartigen Blättern nicht dasselbe sagen. Dieselben bestehen aus einem stark verkalkten Faserknorpel mit sehr zahlreichen, grossen, dickwandigen, und in ihren Wandungen ebenfalls verkalkten Knorpelkapseln. Eine Faserung in der Richtung der Dicke ist an diesen Blättern deutlich, ebenso eine Schichtung in der Richtung von innen nach aussen, so dass dieselben von der Fläche parallel streifig erscheinen, und auf Schnitten senkrecht auf ihre Flächen und in der Längsrichtung der Wirbelsäule erkennt man, dass ihre Zellen vielfältige Verbindungen durch schmälere und breitere Ausläufer eingehen. Innen und vorn und hinten, wo diese Blätter an die Aussenfläche des innern Doppelkegels angrenzen, scheinen beide innig verschmolzen, allein mit dem Mikroskope unterscheidet man doch nicht blos einen verschiedenen Faserverlauf, sondern auch eine Verschiedenheit in der Menge und Gestalt der Zellen. Die Blätter, die an das Knorpelkreuz angrenzen, sind meist ziemlich scharf vom Knorpel getrennt, hie und da findet sich jedoch hier eine dünne Lage von Faserknorpel, die dann unmerklich in den Knorpel übergeht. An den Seiten, die an die Keile von verkalktem Faserknorpel angrenzen, haben diese und alle andern Blätter eine deutliche Schicht von Faserknorpel, die einerseits bestimmt in ihr Gewebe, anderseits in das der Keile selbst sich fortsetzt. An ihren freien Rändern endlich sind die Blätter von der hier allerdings sehr dünnen Lage von Faserknorpel bekleidet, welche, wie oben schon erwähnt, auch die Keile des weicheren verkalkten Faserknorpels überzieht und die Wirbel äusserlich umgibt und zeigt dieses Gewebe auch Uebergänge in dasjenige der Blätter. Allem zufolge scheint es mir, dass auch die fraglichen Blätter periostale Bildungen sind und dass sie zusammen mit den weicheren Keilen den vier Keilen der Nictitantes entsprechen, für welche Auffassung auch die Verhältnisse der andern noch zu beschreibenden Lamnoidei sprechen.

10. Oxyrhina gomphodon.

Die Wirbelsäule dieser noch nicht untersuchten Gattung der Lamnoidei, von welcher mir nur ein Theil derjenigen des Schwanzes zur Untersuchung zu Gebote stand, zeigt folgenden gröberen Bau (Fig. IV). Wie bei vielen Haien sind die Wirbelkörper und Wirbelbogen ganz von einander getrennt und umfassen die letzteren die Körper seitlich nicht. Die unteren Bogen *b* entsprechen in ihrer Zahl den Körpern genau, ragen jeder mit zwei Knorpelzapfen tief in die Wirbelkörper hinein und bilden dann einen einfachen unteren Dorn, der ebenso wie ein Theil des Bogens selbst eine Kruste von dem gewöhnlichen Knorpelknochen der Selachier besitzt. Viel verwickelter ist der Bau der

oberen Bogen. Dieselben bestehen 1) aus den eigentlichen Bogen *c*, die an Zahl den Wirbelkörpern entsprechen, jeder mit zwei Knorpelzapfen in denselben eindringen und über dem Rückenmark den Kanal für dasselbe schliessen; 2) aus Schaltstücken *d*, die, immer zwischen zwei Bogen gelegen, den Ligamenta intervertebralia und Wirbelkörperrändern nur aufliegen und ebenfalls das Rückenmark bogenförmig umfassen; 3) aus besonderen Dornfortsätzen *e*, deren Zahl derjenigen der eigentlichen Bogen und Wirbelkörper nahezu gleich kommt, dieselbe aber doch nicht ganz erreicht und deren Anordnung somit, um so mehr als auch ihre Breite sehr wechselnd ist, keinerlei Regelmässigkeit zeigt. An dem untersuchten Stücke der Wirbelsäule zeigten übrigens die oberen Bogen der fünf letzten Wirbel keine Schaltstücke und scheint somit das letzte Ende der Wirbelsäule dieser Einrichtung zu ermangeln. Verknöcherungen in Gestalt oberflächlicher Krusten fanden sich nur an den Bogen und Schaltstücken der letzten Wirbel, an den übrigen und an den oberen Bogen nicht. Bemerkenswerth sind die Verhältnisse der Intervertebrallöcher für Gefässe und Nerven an den Bogen. Die Gefässöffnungen entsprechen genau der Zahl der Wirbelkörper und finden sich je zwischen zwei Bogen, doch so dass sie manchmal ganz von der Substanz eines Bogens umschlossen sind. Die Nervenöffnungen dagegen zeigen in so fern Eigenthümliches, als sie einmal in der Mitte der eigentlichen oberen Bogen liegen und zweitens im hinteren Theile der Wirbelsäule nicht mehr in derselben Zahl wie die Wirbelkörper vorkommen, sondern immer einen Wirbel überspringen. Dies erinnert an von mir bei Heptanchus gefundene Verhältnisse (Würzb. Verh. Bd. X), bei welchem Haien vorn und hinten die Zahl der Wirbelkörper das doppelte von derjenigen der Rückenmarksnerven (und auch der Bogen) beträgt, was dort mit Wahrscheinlichkeit aus einer secundären Verdoppelung der ursprünglichen Wirbelkörper erklärt wurde.

Die Wirbelkörper am Oxyrhina sind wesentlich nach dem Typus derer von Lamna gebaut. Ein jeder Wirbel besteht zunächst aus einem centralen Doppelkegel von Faserknochen von demselben Baue, wie bei den Nictitantes und bei Lamna. Genau im Centrum dieses Doppelkegels liegt eine hellere Masse schwach verkalkten Knorpels, in dessen Mitte ein ganz verkümmerter Rest der eigentlichen Chorda sich findet, dagegen ist an den concaven Endflächen desselben die Chorda ganz verschwunden und ihre Stelle wie bei manchen andern Selachiern von Flüssigkeit eingenommen. Wie gewöhnlich wird der dieses Fluidum enthaltende, zwischen je zwei Wirbeln gelegene Raum auch hier von der Elastica interna der früheren Chorda bekleidet, welche durch eine dünne Lage von Bindegewebe mit den Endflächen der Wirbel selbst ver-

bunden ist. An der Aussenseite eines jeden Doppelkegels sitzen an den Abgangsstellen der Bogen vier Knorpelzapfen und zwischen denselben vier eigenthümlich beschaffene keilförmige Massen, die den periostalen Keilen der Nictitantes entsprechen, jedoch keinen gleichförmigen Bau besitzen, sondern ähnlich wie bei Lamna aus verschiedenen Substanzen und zwar hier aus weichem und aus verkalktem Faserknorpel bestehen. Die seitlichen von diesen Massen bestehen jede aus 5—7 knöchernen Speichen, die von dem centralen Doppelkegel aus bis an die Oberfläche des Wirbels sich erstrecken und auf dem senkrechten Querschnitte (Fig. V) die Form von Strahlen besitzen, die am äussern Ende verbreitert und auch wohl gabelig gespalten sind. Eigenthümlich ist, dass diese Speichen in der Nähe ihres Ausgangspunktes vom centralen Doppelkegel theils ganz verschmolzen, theils durch quere Blättchen und Bälkchen untereinander verbunden sind, welche, wenn sie deutlicher ausgeprägt sich zeigen, concentrisch angeordnet sind und der Oberfläche des Querschnittes parallel verlaufen. In den Zwischenräumen zwischen diesen Speichen liegt überall eine weichere faserknorpelige Masse, die im Wesentlichen so gebaut ist wie bei Lamna, namentlich auch schöne und zahlreiche radiäre Fasern enthält. Dass dieser Faserknorpel und auch die knöchernen Blätter vom Perioste aus sich bilden, ist bei Oxyrhina leicht zu sehen, denn es gehen dieselben nach aussen ganz allmälich in ein weiches Bindegewebe mit senkrechten Fasern und Zellenreihen zwischen denselben über in derselben Weise, wie dies bei den Nictitantes wahrzunehmen ist. Erwähnenswerth ist, dass auch hier vom Perioste aus zahlreiche Blutgefässe in den Wirbelkörper eindringen, welche in den weichen Theilen der periostalen Keile bis an den centralen Doppelkegel herandringen, ohne jedoch auch in diesen einzutreten.

Aehnliche nur schmälere periostale Keile, von denen jeder zwei theilweise verschmolzene knöcherne Speichen und faserknorpelige Ausfüllungsmasse zwischen denselben enthält, finden sich nun auch oben und unten zwischen den Knorpelzapfen. Ausserdem ist zu bemerken, dass auch die letzteren Zapfen theilweise verkalkt sind und aus Knorpelknochen bestehen. Besonders gilt dies von denen der unteren Bogen, welche an ihren vordern und hintern Theilen vollkommen ossificirt sind, weniger von den oberen, bei denen die Verkalkung unvollkommener ist. Alle Knorpelkeile sind übrigens auch in ihren Seitentheilen, da wo sie an die betreffenden periostalen Knochenspeichen angrenzen, theilweise verkalkt und mit diesen verschmolzen.

11. *Odontaspis taurus.*

Auch von dieser noch nicht untersuchten Gattung stand mir nur ein kleines Bruchstück der Schwanzwirbelsäule zu Gebote, das ich der Güte des Herrn August Dumeril in Paris verdanke, der es aus einem im Pariser Museum aufbewahrten getrockneten Exemplare entnehmen liess. Soweit dieses Bruchstück, das in der Fig. VI abgebildet ist, es erkennen liess, stimmt der Bau der Wirbelsäule in allem mit Oxyrhina überein und ragen auch hier die obern und untern Bogen, die unter sich nicht zusammenhängen, mit Knorpelzapfen in Gruben der Wirbelkörper hinein. Die unteren Bogen *b* sind einfach mit Gefässlöchern, die an Zahl den Wirbeln entsprechen, die obern Bogen *c* dagegen besitzen auch hier Schaltknorpel *e* und stehen die Nervenlöcher so, dass sie immer einen Wirbel überspringen. Mit Ausnahme spärlicher Verkalkungen, wie bei *b*, sind alle Bogen rein knorpelig.

Die Wirbelkörper stimmen im gröberen Baue fast in Allem mit denen von Oxyrhina überein und weichen nur dadurch ab, dass die seitlichen periostalen Keile nur aus je vier Speichen oder Blättern von verkalkten Faserknorpel und drei zwischen denselben befindlichen Massen von Faserknorpel bestehen. Die zwei mittleren Speichen stehen an den kleineren Schwanzwirbeln sehr nahe beisammen, bei den grössten dagegen, die ich zur Untersuchung hatte, von 15 Mm. Höhe, waren die vier Speichen einer Seite gleichweit von einander entfernt und die faserknorpeligen Keile zwischen denselben gleich gross. An den grösseren Wirbeln waren auch die Knochenspeichen an der Oberfläche der Wirbel jede in zwei Blätter gespalten und die kleinen Lücken zwischen diesen nochmals mit Faserknorpel ausgefüllt und an den kleineren Wirbeln fand sich eine solche Spaltung wenigstens an den vorderen und hinteren Enden der Speichen. Abweichend von Oxyrhina ist, dass bei Odontaspis die innern Theile der Speichen gar nicht oder doch nur sehr unbedeutend zusammenhängen. Die oberen und unteren periostalen Keile verhalten sich wie bei Oxyrhina und ebenso alle übrigen gröberen Verhältnisse mit einziger Ausnahme dessen, dass die von den Bogen abstammenden Knorpelzapfen nirgends verkalkt sind.

Wie im gröberen Baue so stimmen auch die feineren Verhältnisse bei beiden Gattungen überein und habe ich nur den Mangel an Blutgefässen in den Wirbeln am Odontaspis zu erwähnen.

12. *Carcharodon Rondeletii.*

Ein Fragment der Schwanzwirbelsäule eines Exemplares eines Haien, den J. Müller selbst seiner Zeit als Carcharodon bestimmte, kommt in der Anlage der Theile ganz mit Odontaspis überein, wesbalb ich nur die Abweichungen namhaft mache. Die eigentlichen obern Bogen und die Schaltstücke haben ziemlich dieselbe Gestalt und umschliessen den Kanal für das Rückenmark nicht vollständig, vielmehr wird derselbe erst durch die oberen Dornen, die besondere Stücke darstellen, deren Zahl geringer ist als die der Wirbel, ganz geschlossen. Beiderlei Stücke der oberen Bogen ferner sind in ihrer oberen Hälfte durch und durch verkalkt, und ebenso haben die untern Bogen und Dornen so wie die oberen Dornen eine Kruste von Knorpelknochen, die ziemlich vollständig ist. Gefäss- und Nervenöffnungen waren an meinem Stücke nicht allerwärts so deutlich, dass ich etwas Bestimmtes über dieselben auszusagen im Stande wäre, doch glaube ich so viel erkannt zu haben, dass stellenweise die Zahl der Nervenöffnungen das Doppelte von derjenigen der Wirbel beträgt, indem dieselben je zwischen einem obern Bogen und einem Schaltstücke sich finden. Doch ist es gedenkbar, dass nicht alle diese Oeffnungen für den Durchtritt von Nerven bestimmt sind.

Die Wirbelkörper an Carcharodon untersuchte ich theils an dem eben beschriebenen Stücke, theils an einigen isolirten Stücken, die ich durch die Güte des Herrn Dumeril aus dem Pariser Museum erhielt. Die letzteren von 22 Mm. in der Höhe zeigen den Typus derer der Lamnoidei, sind jedoch die zusammengesetztesten der beschriebenen. Die seitlichen periostalen Keile bestehen aus einer grösseren (9—12) Zahl von Speichen oder Blättern von verkalktem Faserknorpel, zwischen denen nur enge mit Faserknorpel erfüllte Lücken sich finden, ja es hängen diese Blätter durch Anastomosen in der Querrichtung zum Theil so untereinander zusammen, dass stellenweise fast ganz compacte Knochenmassen entstehen. An der Oberfläche der Wirbel finden sich solche Verbindungen vorzüglich an den an die Bogen angrenzenden Stellen der seitlichen Keile, ausserdem aber auch im Innern. Hier ist besonders eine Stelle ungefähr halbwegs zwischen der Oberfläche und dem innern Doppelkegel bemerkenswerth, wo diese Verbindungen rings herum an allen vier periostalen Keilen sich finden und wie eine besondere ringförmige Zone darstellen. Einwärts von dieser Zone sind die Blätter zum Theil zu grossen Massen mit einander verschmolzen, nach aussen mehr getrennt. Die oberen periostalen Keile gegen den Rückenmarkskanal zu bestehen aus zwei Knochenblättern mit einem dazwischen liegenden Faserknorpelkeil, die unteren

dagegen aus vier Blättern, von denen jedoch je zwei durch zahlreiche Anastomosen so zusammenhängen, dass an der Oberfläche an der Stelle derselben nur je Eine mit vielen Löchern versehene Knochenmasse zum Vorschein kommt. Diese Löcher führen in mit Faserknorpel erfüllte kanalartige Räume, die zusammen Einem der gewöhnlich zwischen solchen Blättern enthaltenen grösseren Raume, z. B. bei Lamna, entsprechen. Ein einziger mittlerer solcher Raum mit Faserknorpel findet sich übrigens auch in dem unteren periostalen Keile. Auffallend war mir bei Carcharodon auch vor und hinter den in den Wirbel eindringenden knorpeligen Zapfen der Bogen periostale Bildungen von Knorpel und Knochen zu finden in Form je einer dünnen Lamelle mit kanalartigen Lücken für den Faserknorpel, die an der Oberfläche als eine einfache Reihe kleiner Löcher erscheinen. Bezüglich auf den feineren Bau stimmen die Wirbel von Carcharodon vollkommen mit denen von Odontaspis überein und haben dieselben auch keine Blutgefässe.

Ausser diesem Carcharodon des Pariser Museum habe ich noch den oben erwähnten von J. Müller selbst als Carcharodon Rondeletii bestimmten Haien untersucht. Die Schwanzwirbel massen die grössten nur 12 Mm. und hatten wohl den Typus der Wirbel des Individuums des Pariser Museums und der Lamnoidei, doch waren der seitlichen Speichen weniger (nur 5—7) und ausserdem ragte von dem centralen Doppelkegel in jeden von den Bogen abstammenden Knorpelzapfen ein Knochenblatt hinein. Ich vermag nicht zu sagen, ob dies eine Eigenthümlichkeit der kleineren hintersten Schwanzwirbel ist, oder ob vielleicht mehrere Species von Carcharodon vorkommen. J. Müller und Henle zählen in ihrem bekannten Werke nur Eine einzige Art auf.

13. *Selache maxima.*

Die gröbere Anatomie der Wirbel dieser Gattung der Lamnoidei, welche auf den ersten Blick einzig in ihrer Art dastehen, ist schon von Owen (Lect. on the comp. Anat. of the vert. animals Part I. Fishes London 1846 pag. 54 Fig. 13) und Queckett (Histol. Catal. II. 1855 pag. 16 u. 17 Pl. I. Fig. 15—19, Pl. II. Fig. 19—23) im Wesentlichen richtig beschrieben. Wie bei allen stärker verkalkten Wirbeln der Selachier wird auch hier die eigentliche Grundlage derselben von einem festen Doppelkegel gebildet, an dessen Aussenseite mächtige periostale Ablagerungen in Form von vier keilförmigen Massen und zwischen denselben vier mit den Bogen zusammenhängende Knorpelzapfen sich befinden. Ein senkrechter Querschnitt durch die Mitte eines Wirbels

ergibt daher auch hier im Wesentlichen dasselbe wie bei den übrigen Lamnoidei; statt jedoch in ihrer ganzen Dicke aus radiär gestellten, d. h. der Längsaxe der Wirbelsäule parallel laufenden Knochenblättern zusammengesetzt zu sein, bestehen dieselben nur aussen, im äussern Drittheile oder Viertheile, aus solchen Blättern, weiter innen dagegen aus concentrischen Lamellen, die dem Umkreise des Wirbels gleich laufen. Auf dem senkrechten Querschnitte hat daher ein solcher Wirbel innen eine gewisse Aehnlichkeit mit den Wirbeln von Squatina, während derselbe aussen am meisten an die von Carcharodon sich anschliesst.

Genauer bezeichnet, so sind die radiären äusseren Blätter sehr zahlreich, mehr als bei irgend einem andern der Lamnoidei, zugleich aber auch sehr unregelmässig, indem sie nicht selten sich spalten und wieder vereinigen, auch durch stärkere Blätter Verbindungen untereinander eingehen. Ausserdem hängen dieselben auch mehr in der Tiefe durch eine immer grösser werdende Zahl von kleinen seitlichen Zapfen und blattförmigen Fasern zusammen, wobei sie nach und nach in der Richtung der Dicke Lücken erhalten, bis am Ende das Ganze in die inneren concentrischen Lamellen sich auflöst. Diese hängen in den äusseren Lagen noch vielfältig untereinander zusammen und stehen sehr dicht, weiter nach innen dagegen lösen sie sich mehr von einander und werden zu ziemlich selbstständigen Blättern, an denen jedoch immer noch eine besondere Bildung auf ihre allmälige Entwickelung aus den radiären Blättern hindeutet. Es sind dies eine Menge von länglich runden und rundlichen Lücken, die 1‴ kaum überschreiten und ziemlich deutlich in der Längsrichtung der Wirbel in Reihen angeordnet sind.

Alle Räume zwischen den radiären und concentrischen Blättern und die Lücken in diesen letztern sind nach den Angaben von Owen und Queckett im frischen Zustande von heller Knorpelsubstanz erfüllt. Die Fragmente seit langer Zeit aufbewahrter Wirbel aus dem Pariser Museum und dem College of Surgeons in London, die ich der Güte der Herren A. Dumeril und Queckett verdanke, zeigten im trocknen Zustande nur noch Bruchstücke dieser Ausfüllungsmasse, doch liess sich dieselbe durch Aufweichen der Wirbel, wenn auch nicht vollkommen, etwas anschaulicher darstellen und habe ich keinen Grund, die Angaben der genannten Anatomen zu bezweifeln. Nur ganz in den innersten Theilen der periostalen Keile, da, wo dieselben an die Mitte des innern compacten Doppelkegels angrenzen, fand ich auch diese Ausfüllungsmasse ganz verkalkt und die vier Keile ganz dicht, so jedoch, dass auf Schnitten die concentrischen Blätter immer noch zu erkennen waren.

Aus dem Mitgetheilten geht hinreichend hervor, dass die Wirbel von Selache manches Eigenthümliche darbieten, obschon die allgemeine Anlage ihrer grösseren Abschnitte dieselbe ist, wie bei den übrigen Lamnoidei. In der That kommen bei keiner andern Abtheilung dieser innere concentrische Knochenblätter vor, wie bei Selache, und begründet diese Bildung unstreitig einen besonderen Typus. Immerhin finden sich doch Anklänge an eine solche Anordnung auch bei andern Gattungen und habe ich bei Carcharodon und Oxyrhina schon darauf aufmerksam gemacht, dass die radiären Blätter in den innern Theilen seitliche Anastomosen zeigen, die eine mehr oder minder deutliche ringförmige Streifung der periostalen Keile bedingen, obschon dieselben nirgends zur Bildung wirklicher concentrischer Blätter führen.

Bezüglich auf den feineren Bau so stimmen die Doppelkegel von Selache ganz mit denen der übrigen Lamnoidei überein und bestehen aus Faserknochen. Die radiären und concentrischen Platten der periostalen Keile dagegen haben ganz das Ansehen von Knorpelknochen und zeigen grosse schöne oft zu zwei und drei verschmolzene Höhlen und bald eine mehr gleichartige, bald mit Kalkkrümeln versehene Grundsubstanz, doch möchte das Gewebe auch hier eigentlich ein verkalkter Faserknorpel sein. Hie und da trifft man nämlich im Verkalkten ziemlich deutliche Anzeichen von Fasern, die in der Richtung der Dicke der Keile von aussen nach innen verlaufen. Noch deutlicher sind solche in der weichen Ausfüllungsmasse zwischen den betreffenden Blättern, doch wird auch diese nirgends so schön faserig gesehen, wie bei anderen Gattungen. Die concentrischen Blätter wachsen auf beiden Seiten auf Kosten dieses Faserknorpels und dasselbe gilt auch von den radiären äusseren Blättern, nur dass diese auch an der äussern Wirbelfläche oder an ihren freien Rändern immer Masse ansetzen und diesem Hauptwachsthume entsprechend auch parallel dem freien Rande gestreift erscheinen. Die Ausfüllungsmasse zwischen den innersten concentrischen Lamellen ist eine noch wenig entwickelte Verkalkung mit durch und durch von schönen Kalkkrümeln herrührender grobkörniger Grundsubstanz und die Verbindungsstränge der äussern concentrischen Lamellen bestehen aus weichem und verkalktem Faserknorpel, von denen der erstere viele dunkle Fasern und Faserzüge enthält, die, wie Salzsäure ergibt, verkalkte Fasern der Grundsubstanz sind. Gefässe habe ich, so auffallend mir auch ihr Mangel war, doch nirgends in den Selachewirbeln mit Bestimmtheit nachzuweisen vermocht. Immerhin wird erst die Untersuchung frischer Objecte in dieser Beziehung volle Gewissheit zu geben im Stande sein.

Allgemeine Betrachtungen.

Bau und Entwickelung der Wirbel der Selachier im Allgemeinen.

Aus den hier mitgetheilten Erfahrungen, zusammengenommen mit den Ergebnissen meiner früheren Untersuchungen, lässt sich das Bildungsgesetz der Wirbel der Selachier mit genügender Bestimmtheit aufstellen und will ich nun in Folgendem die Hauptpunkte übersichtlich zusammenfassen.

I. Chorda dorsalis und eigentliche Scheide derselben.

Die Chorda dorsalis aller Selachier besteht ursprünglich aus einem reinen Zellenknorpel und einer denselben umgebenden, meist netzförmigen, elastischen Membran, der Elastica interna, welche die eigentliche oder innere Scheide der Chorda darstellt. Durch die Wirbelbildung wird die Chorda in den Gegenden der Wirbelkörper mehr oder weniger eingeschnürt, erhält sich jedoch bei vielen Gattungen zeitlebens als ein zusammenhängender Strang. Bei andern geht die Chordagallerte zwischen den Wirbeln später zu Grunde und wird durch Flüssigkeit ersetzt, während sie in der Mitte der Wirbel fortbesteht, bei noch andern endlich geht sie auch hier unter. In allen Fällen erhält sich die Elastica interna und bleibt als Auskleidung der Wirbelfacetten und meist auch als mittlerer Faden in der Mitte der Wirbelkörper bestehen, doch kann sie hier auch ganz schwinden, wie bei Torpedo, oder unkenntlich sein, wie bei Trygon, Cestracion und Myliobates, den Nictitantes und Lamnoidei. Ein Uebergang der Chordagallerte in ächten Knorpel kommt nicht vor, dagegen wurde eine Verkalkung derselben ganz bestimmt bei Scymnus und Rhinobatus gesehen andeutungsweise auch bei Scyllium.

II. Aeussere Scheide der Chorda.

Alle Selachier besitzen eine Umhüllung der Chorda aus ächter Bindesubstanz mit Zellen, welche, obschon im Baue mit der umgebenden skelettbildenden Schicht übereinstimmend, doch in ihrem morphologischen Verhalten so enge an die Chorda sich anschliesst, dass sie kaum anders, denn als ein wesentlicher Theil derselben aufgefasst

werden kann. Diese äussere Scheide folgt nämlich in ihrer Gestalt vollkommen der Chorda, beginnt und endet wie diese und umgibt sie auch sonst ganz genau; auch zeigt sie wenigstens ursprünglich keine Verbindungen mit den benachbarten Theilen, schliesst sich vielmehr von diesen durch eine immer vorhandene, sehr deutliche elastische Membran, die oft zierlich gefenstert ist, die Elastica externa, ab.

Diese äussere Scheide der Chorda ist es, von welcher später die Gliederung der Wirbelsäule ausgeht. Hierbei erhält sie sich in den einen Fällen in mehr weichem Zustande, so jedoch, dass sie mehr die Beschaffenheit von Faserknorpel oder selbst von Knorpel annimmt, in den andern verkalkt sie und geht theils in Faserknochen, theils in Knorpelknochen über. Die Theile der Wirbelkörper, die diese Scheide liefert, sind immer die Doppelkegel, an denen jedoch häufig innen und aussen knorpelige Theile sich erhalten, während in andern Fällen die Scheide in ihrer ganzen Dicke verkalkt und in der Mitte selbst die Chorda verdrängt (Rajidae zum Theil, Lamnoidei), und aus den zwischen den Wirbeln gelegenen Theilen gestalten sich die Ligamenta intervertebralia und eine meist deutliche bindegewebige oder faserknorpelige Auskleidung der Wirbelendflächen, die mit den genannten Ligamenten zusammenhängt.

Die Elastica externa hat keinen Antheil an der Bildung der Wirbel. Sind diese wenig verkalkt, so erhält sie sich zeitlebens, im entgegengesetzten Falle verschwindet sie später bis auf schwache undeutliche Reste oder ganz.[1])

III. Aeussere skelettbildende Schicht.

Bei allen Selachiern wird die Chorda von einer äussern skelettbildenden Schich von Bindesubstanz umgeben, welche die Chorda sammt ihrer Scheide umgibt und einerseits die Wirbelbogen und ein zwischen denselben befindliches Perichondrium der chordalen Wirbelkörper erzeugt, andererseits auch die Ligamenta intervertebralia aussen verstärkt und erzeugt, ausserdem in die Ligamenta intermuscularia der oberen und unteren Mittellinie und der Seiten sich fortsetzt. Von dieser Lage können sowohl die Wirbelbogen, als das Perichondrium der chordalen Wirbelkörper an der Wirbelbildung sich betheiligen und zwar in verschiedener Weise. Bei den einfacheren Wirbeln sind es nur die

---

[1]) Anmerkung. Mit Bezug auf die Stellung der äusseren Chordascheide werden spätere Untersucher besonders zu berucksichtigen haben, ob dieselbe mit der Chorda selbst eine gemeinschaftliche embryonale Grundlage hat oder aus den Urwirbeln hervorgeht. Im letztern Falle würde dieselbe dem innersten Theile der aussern skelettbildenden Schicht der hohern Wirbelthiere entsprechen, im erstern dagegen eine mehr selbstständige Stellung einnehmen.

Wirbelbogen, die eine solche Rolle übernehmen, indem sie den chordalen Wirbelkörper entweder nur seitlich oder auch oben und unten umwachsen, mehr weniger mit demselben verwachsen und in verschiedener Ausdehnung verknöchern. Bei den stärker verkalkten Wirbeln kommen dann noch besondere periostale Verknöcherungen zu dem Antheile der Bogen hinzu oder es legen sich dieselben auch unmittelbar auf den chordalen Wirbelkörper an.

IV. Bildung und Verknöcherung der Wirbelkörper.

A. Antheil der äussern Chordascheide.

1. Die äussere Chordascheide sondert sich vor Allem der Länge nach in weichere und festere Theile, indem sie an bestimmten Stellen in Faserknorpel oder Knorpel übergeht, während sie ihre anfängliche Beschaffenheit an andern beibehält. Die festeren Theile, die jedoch bei den einfachsten Wirbelformen von den zwischen gelegenen Theilen nicht scharf geschieden sind, gestalten sich zu den Wirbelkörpern und erscheint an diesen Stellen die eigentliche Chorda eingeschnürt, indem die Wirbelkörper theils warzig oder kegelförmig, theils in Gestalt von dünnen Scheidewänden (vordere Wirbel von Hexanchus, mittlere Wirbel von Heptanchus) nach innen vorspringen. Beim gänzlichen Mangel von Untersuchungen über die allererste Entwickelung der Wirbelsäule ist es schwer zu sagen, ob diese Scheidewandbildung und Einschnürung der Chorda von einem Hereinwachsen der Chordascheide oder von einem ungleichen Wachsthume der Chorda an verschiedenen Stellen herrührt. Es liegt nahe anzunehmen, dass wie bei den höheren Wirbelthieren und Teleostiern die Wirbelkörper als festere Bildungen das Wachsthum der Chorda beschränken, so dass hier vorzüglich nur die Scheide sich verdickt, während an den andern Stellen Chorda und Scheide ziemlich gleichmässig fortwachsen, und bin ich auch bestimmt der Ansicht, dass die Vorgänge so sich gestalten, sobald einmal die Verknöcherung begonnen hat. Immerhin ist zu bemerken, dass bei der ganzen weichen Wirbelsäule von Hexanchus eine Bildung der Einschnürungen der Chorda durch Hereinwachsen der Scheide gedenkbar ist und spricht für einen solchen Vorgang einmal das von mir aufgefundene Verhalten der Wirbelsäule von Heptanchus, bei der nachträglich neue Wirbelkörper zwischen den alten sich zu bilden scheinen und zweitens der Umstand, dass in den Wirbelsäulen der grossen Mehrzahl der Plagiostomen, später in der That der Theil der Scheide, der nach innen vom Doppelkegel liegt, in der Mitte der Wirbel nach innen wuchert und die Chorda ganz oder fast ganz verdrängt.

2. Die Verkalkung der Chordascheide beginnt niemals an der Oberfläche, sondern immer im Innern derselben und zwar in der Nähe der eigentlichen Chorda, und zugleich in der Mitte der Längsaxe der Wirbelkörper. Ohne Ausnahme bestehen die ersten Knochenscherben nicht aus ächtem Knorpelknochen, sondern aus Faserknochen, mit andern Worten, es ist das Gewebe, das zuerst verkalkt, noch nicht ächter hyaliner Knorpel, sondern ein Gewebe, das zwischen Bindegewebe und Faserknorpel die Mitte hält und spindelförmige Zellen in streifiger Grundsubstanz zeigt.

3. Die Formen der ersten Knochenscherben sind die von Ringen (Heptanchus vordere und mittlere Wirbel), die dann zu dünnen Doppelkegeln sich gestalten (Heptanchus hintere Wirbel, Centrophorus), an denen der Rest der Chordascheide einen äussern und innern Beleg bildet, die ich als aussern und innern Knorpel der chordalen Wirbelkörper bezeichne.

4. Das Wachsthum dieser Doppelkegel, die als die eigentlichen oder chordalen Wirbelkorper zu bezeichnen sind, geschieht, wenn sie einmal ihre volle Länge erreicht haben, in drei verschiedenen Weisen und zwar durch Ansatz auf die äussere und die innere Fläche (Dickenwachsthum) und durch Anlagerungen an den Rändern derselben (Längenwachsthum).

5. Das Dickenwachsthum von aussen kommt auf Rechnung des äussern Knorpels des chordalen Wirbelkorpers und ist entweder gleichmässig oder ungleichmassig. Im ersteren Falle entstehen regelmassige Doppelkegel von grosserer Starke, im letztern nehmen die Wirbelkorper verschiedene Formen an. Entweder bilden sich Doppelkegel mit äusseren Kanten und Furchen von sehr verschiedener Entwickelung (Heptanchus, Ginglymostoma, Rajidae zum Theil, Nictitantes) oder es entstehen mehr cylindrische Korper, indem die aussere Aushohlung der Wirbelkorper ganz sich ausfullt, welche bald ganz dicht sind (Myliobates, Rhinobatus) oder aus abwechselnden Lagen von Knorpel und Knorpelknochen bestehen (Squatina). In Einem Falle (Cestracion) findet sich bei geringer Entwickelung des Doppelkegels eine kleine oberflachliche Verkalkung an den Seiten der Wirbel, jedoch noch im Bereiche der Chordascheide. — Bei diesem Wachsthume stellen sich die Knorpelzellen in Reihen in der Richtung der Radien der Wirbelquerschnitte und wuchert naturlich der Knorpel, wahrend er verkalkt, immerwahrend fort.

6. Das Dickenwachsthum von innen kommt in der Mitte der Wirbel, da wo die Chorda eingeschnurt ist, ganz und gar auf Rechnung des innern Knorpels und kann dieser, indem er wuchernd die Chorda mehr weniger verdrangt, theilweise oder ganz verkalken, ja selbst die Chorda ganz verdrängen, so dass die Wirbel undurch-

brochen werden und die Chorda in einzelne Abschnitte zerfällt. In den einander zugewendeten Aushöhlungen der Doppelkegel ist es ein Rest der Chordascheide, der mehr die Natur eines Faserknorpels besitzt, der das Wachsthum besorgt. Dieser Faserknorpel stellt eine mässig dicke Haut dar, die mit der nach innen von ihr gelegenen Elastica interna die Aushöhlungen der Wirbelkörper bekleidet und als Periost der Wirbelfacetten bezeichnet werden kann.

7. Das Längenwachsthum der Doppelkegel wird von einer Fortsetzung des ebengenannten Periostes besorgt, das als eine Art Ligamentum intervertebrale von einem Wirbel auf den andern übergeht und natürlich auch noch der äussern Chordascheide angehört. Eine äussere Begrenzung dieses Zwischenwirbelbandes durch eine Elastica externa, die ursprünglich da gewesen sein muss und auch bei einfachen Wirbelsäulen, wie an denen von Heptanchus und Hexanchus zeitlebens sich findet, habe ich noch nicht gesehen, doch muss ich bekennen, dass ich nach dieser Richtung keine besonderen Untersuchungen unternommen habe.

B. Antheil der äussern skelettbildenden Schicht an der Bildung der Wirbelkörper.

Betheiligung der knorpeligen Wirbelbogen.

1. Wo die Wirbelbogen an der Bildung der Wirbelkörper Antheil nehmen, erzeugen dieselben in erster Linie durch Vereinigung einen äussern Knorpelbeleg um die Chordascheide herum.

2. Diese aussere Knorpellage kann verkalken und zwar geschieht dies entweder in Form zusammenhängender Massen oder so, dass der gewöhnliche Pflasterknochen der Plagiostomen entsteht.

3. Diese Verkalkungen treten erstens als isolirte Bildungen auf und zwar in den einen Fällen nur seitlich (Heptanchus, Cestracion), in welchem Falle sie Seitenschilder heissen mögen oder auch oben und unten an den dem Gefäss- und Nervenkanale zugewendeten Flächen als Rücken und Bauchschilder (Acanthias, Scymnus, Centroscyllium) und zweitens als zusammenhängende grössere Massen, welche in die Knochenkruste der Bogen selbst sich fortsetzen (Rajidae, Scyllium).

4. Mögen diese Schilder diese oder jene Form haben, so zeigen sie ein doppeltes Verhalten zu dem eigentlichen chordalen Doppelkegel, indem sie entweder von demselben ganz getrennt bleiben (Heptanchus, Cestracion) oder an den vordern und

hintern Enden mit den Rändern desselben sich verbinden (Scymnus, Acanthias, Rajidae, Scyllium).

Betheiligung der häutigen Theile der äussern skelettbildenden Schicht oder des Perichondrium der Chordascheide an der Bildung der Wirbelkörper.

1. Der Antheil der knorpeligen Bogen an der Bildung der Wirbelkörper ist niemals ein bedeutender, dagegen findet man bei allen stark verkalkten Wirbeln, vor Allem der Haie, noch besondere äussere Verkalkungen, die einfach als Periostablagerungen bezeichnet werden können.

2. Diese Ablagerungen nehmen immer die beiden Seiten und die obere und untere Mittellinie der Wirbel ein und haben immer die Form von Zapfen oder Kegeln, daher sie Seiten-, Rücken- und Bauchzapfen heissen mögen.

3. Der Bau dieser vier Zapfen ist ferner ein eigenthümlicher und bei allen Gattungen wesentlich derselbe, indem sie aus einem verkalkten Faserknorpel mit schönen Sharpey'schen Fasern (Radialfasern) bestehen, die ebenfalls verkalkt sind, und wo sie nur etwas entwickelt sind, Blutgefässe enthalten, die sonst in den Wirbeln sehr selten sind und nur noch in den Wirbelkörpern von Squatina gesehen wurden.

4. Bezüglich auf ihre Stellung zu den übrigen Wirbeltheilen, so finden sich diese periostalen Zapfen sehr selten als Auflagerungen auf den Schildern, die den Bogen ihren Ursprung verdanken (Scyllium, Ginglymostoma, in Andeutungen bei Heptanchus). In der Regel grenzen dieselben unmittelbar an den chordalen Wirbelkörper und verbinden sich entweder in der ganzen Ausdehnung desselben mit seiner Aussenfläche (Lamnoidei) oder so dass sie genau in der Mitte des Wirbels in einer kleinen Strecke mit demselben nicht zusammenhängen (Nictitantes, Trygon).

5. Der gröbere Bau dieser periostalen Zapfen ist sehr verschieden. Bei den Nictitantes und bei Trygon und Scyllium sind dieselben einfache ganz verkalkte Zapfen. Bei Ginglymostoma und den Lamnoidei dagegen besteht jeder Zapfen aus abwechselnden weichen und verkalkten Blättern. Diese Blätter können in den tiefern Theilen wieder durch kurze Querblätter sich verbinden (Oxyrhina, Odontaspis, Carcharodon, Ginglymostoma), welche in Einem Falle (Selache) so ausgebildet sind, dass die Zapfen innen vorzugsweise aus concentrischen Blättern, aussen aus in der Richtung der Radien des Querschnittes stehenden Platten bestehen.

6. Alle Wirbel mit periostalen Zapfen haben im Innern, den Abgangsstellen der Bogen entsprechend, ein Knorpelkreuz. Der tiefe an den chordalen Wirbelkörper angrenzende Theil eines jeden Knorpelzapfens gehört der Chordascheide an, der ober-

flächliche den Bogen, doch sind die Grenzen beider Abtheilungen nur in seltenen Fällen (Mustelus) durch erkennbare Reste der Elastica externa bezeichnet.

Ueberblickt man nach Kenntniss der Bildungsgesetze der Plagiostomenwirbel die bei den einzelnen Gattungen vorkommenden Formen, so zeigt sich, dass die mannigfaltigen Gestaltungen auf einige wenige Typen sich zurückführen lassen. Diese Typen haben eine ganz scharfe Begrenzung, indem dieselben durch die Betheiligung oder den Mangel eines oder mehrerer der an der Wirbelbildung Antheil nehmenden Primitivorgane (der Chordascheide, der Bogen, des äusseren Periostes) von einander sich unterscheiden, es ist jedoch zu bemerken, dass zahlreiche scheinbare Uebergänge derselben entstehen dadurch, dass der Antheil eines Primitivorganes oft so gering ist, dass Annäherungen an die benachbarten Typen entstehen und so eine scheinbar zusammenhängende Reihe von den einfachsten zu den verwickeltesten Gestaltungen entsteht. Ausserdem muss hervorgehoben werden, dass oft bei einer und derselben Art in verschiedenen Gegenden der Wirbelsäule verschiedene Typen sich finden, sowie ferner, dass alle zusammengesetzteren Typen bei ihrer Entwickelung die Formen gewisser einfacherer durchlaufen. Es sind demnach diese Typen nur aufzufassen als Glieder von Entwickelungsreihen und nicht als für sich bestehende, unveränderliche und in keinerlei Beziehungen zu einander stehende Gestaltungen.

Die zu unterscheidenden Typen nun sind folgende.

Typus I.

Der Wirbelkörper geht einzig und allein aus der Scheide der Chorda hervor.

1. Wirbelsaule ganz weich (faserknorpelig) ohne Gliederung. Callorhynchus.

2. Ebenso, nur mit ringförmigen Verknöcherungen in der Mitte der Chordascheide, deren Zahl die der Bogen um Vieles übertrifft. Chimaera.

3. Wirbelkörper ganz weich (faserknorpelig), unvollständig gesondert, aber doch durch Scheidewände, die die Chorda einschnüren, bezeichnet. Hexanchus.

4. Wirbelkörper theilweise knorpelig mit kleinen ringförmigen knöchernen Doppelkegeln. Heptanchus, vordere Wirbel.

5. Wirbelkörper dicht und fast ganz verkalkt. Hintere Wirbel von Myliobates, Rhinobatus, Taeniura.

Typus II.

Der Wirbelkörper bildet sich zum Theil aus der Scheide der Chorda, zum Theil aus den verschmolzenen knorpeligen Bogen.

A. Antheil der Bogen gering.

I. Chordaler Wirbelkörper wenig verkalkt.

1. Chordaler Wirbelkörper mit einem zarten knöchernen Doppelkegel in seiner Mitte. Der von den Bogen abstammende Beleg nicht verkalkt. Centrophorus.

2. Chordaler Wirbelkörper mit einem stärkeren knöchernen Doppelkegel. Knorpelrinde der Bogen mit Seitenschildern verkalkt. Heptanchus hintere Wirbel, Cestracion.

3. Ebenso, Knorpelrinde der Bogen mit vier Schildern verkalkt, die mit den Rändern des Doppelkegels verschmelzen. Acanthias, Scymnus, Centroscyllium.

II. Chordaler Wirbelkörper stark verkalkt.

4. Chordaler Wirbelkörper fast ganz verkalkt aus abwechselnden ringförmigen Lagen von Knochenknorpel und Knorpel. Knorpellage der Bogen am Schwanze mit Seitenschildern. Squatina.

5. Chordaler Wirbelkörper mit einem starken verkalkten, vielkantigen Doppelkegel. Knorpellage der Bogen ringsherum stark verkalkt. Raja und Torpedo, hintere Wirbel

B. Antheil der Bogen gross.

6. Chordaler Wirbelkörper theils knorpelig, theils mehr weniger verkalkt, zum Theil noch gross, zum Theil nur spurweise vorhanden; der Knorpel der Bogen mehr weniger verkalkt. Vordere verschmolzene Wirbel von Chimaera, Callorhynchus, und aller Rajidae mit Ausnahme von Trygon.

Typus III.

Der Wirbelkörper bildet sich aus der Scheide der Chorda, einem Antheile der Bogen und aus Ablagerungen von verkalktem Faserknorpel von dem zwischen oder auf dem Bogentheile gelegenen Perioste (Periostablagerungen).

1. Chordaler Wirbelkörper mit einfachem oder kantigem mässig starkem Doppelkegel. Knorpelrinde der Bogen vollständig, oberflächlich verkalkt, Periostablagerungen

an der äusseren Seite derselben schwächer in Form vier einfacher oder blätteriger Zapfen. Scyllium, Ginglymostoma.

2. Knorpelige Bogen nicht verschmolzen, mit 4 Zapfen in den Wirbelkörper eindringend. Chordaler knöcherner Doppelkegel mässig stark, einfach. Periostale Zapfen mässig stark, einfach. Trygon.

3. Ebenso. Chordaler Doppelkegel vierkantig, in der Mitte frei. Periostale Zapfen stark, einfach. Haie mit Nickhaut.

4. Ebenso. Chordaler Doppelkegel in seiner ganzen Länge mit den periostalen Zapfen verschmolzen. Diese sehr stark, aus weichen und verkalkten Theilen gebildet, die zum Theil Längsblätter, zum Theil ringförmige Lagen bilden. Lamnoidei.

Es erübrigt nun noch einiges über die Gewebe mitzutheilen, die an der Bildung, der Wirbelsäule Antheil nehmen, um so mehr, da in dieser Beziehung selbst bei den neuesten Autoren Missverständnisse obwalten.

Die weichen Gewebe, die hier in Betracht kommen, sind:

1. Eine Bindesubstanz mit spindelförmigen Zellen und streifiger jedoch kaum bestimmt faseriger Grundsubstanz. Dieses Gewebe bildet ohne Ausnahme die junge Chordascheide und kann auch länger in ihr sich erhalten. Wenn dasselbe verknöchert, geht es über in den sogenannten „Faserknochen“ von J. Müller und mir, der keineswegs identisch ist mit „Bindegewebsknochen“, wie Gegenbaur meint (zur vergl. Anat. der Wirbelsäule der Amphibien und Reptilien, 1862 S. 61), wohl aber auch „verkalkte Bindesubstanz“ genannt werden kann.

2. Ein Faserknorpel mit Knorpelzellen in faseriger Grundsubstanz in mehrfachen Abarten und zwar:

a) mit parallelfaseriger Grundsubstanz, in den Auskleidungen der conischen Endflächen der Wirbelkörper und den Ligamenta intervertebralia, ein Gewebe von dem aus der Wachsthum der Doppelkegel theilweise besorgt wird.

b) Mit starken Sharpey'schen Fasern (Bindegewebsbündeln) und hyaliner oder fein netzförmiger Grundsubstanz.

Verkalkt können a und b „verkalkter Faserknorpel“ heissen.

3. Aechter hyaliner Knorpel, verkalkt Knorpelknochen.

Diese drei Arten weicher Gewebe zeigen, abgesehen von den perforating fibres, sowohl mit Bezug auf die Zellen als auch auf die Grundsubstanz, die mannigfachsten

Uebergänge und wird es so begreiflich, dass auch die verkalkten Gewebe nur in den äussersten Formen zu unterscheiden sind. Ebenso kommen Anklänge der letztern an jene Formen ächten Knochens vor, die spindelförmige Zellen enthalten, wie sie bei einigen Fischen (Thynnus, Salmo, Macrostoma u. s. w.) sich finden. Trotz dieser Uebergänge und Verwandschaften wird es doch bei einem Blicke auf die Verhältnisse im Grossen und Ganzen gerechtfertigt erscheinen, die vorkommenden Unterschiede festzuhalten und zu betonen, um so mehr da auch die chemischen Verhältnisse der betreffenden Gewebe noch gar nicht bekannt sind, und lässt sich daher für einmal der Satz festhalten, dass die Wirbelsäule der Plagiostomen aus einfacher Bindesubstanz und Knorpel im weichen oder verkalkten Zustande sich aufbaut.

Vergleichung der Wirbel der Plagiostomen mit denjenigen der übrigen Fische.

Die nahe liegende Vergleichung der hier besprochenen grossen Abtheilung der Fische mit den übrigen Fischen wird aus dem Grunde sehr erschwert, weil über den feineren Bau und die Entwickelung der Wirbelsäule der Teleostier und Ganoiden noch keine zusammenhängende Untersuchungsreihe vorliegt. Auch ich kann aus diesem Gebiete noch nichts Umfassenderes vorlegen, immerhin glaube ich doch eine solche Zahl von Erfahrungen gesammelt zu haben, dass es mir möglich sein wird, wenigstens eine gewisse Zahl von Punkten festzustellen.

I. Wirbelsäule der Teleostier.

Die Primitivorgane, aus denen die Wirbelsäule der Selachier sich aufbaut, Chordascheide und Knorpelbogen, kommen auf den ersten Blick auch den Teleostiern zu und lassen sich an der Chordascheide selbst an ausgebildeteren Wirbelsäulen noch die Elastica interna, Faserschicht und Elastica externa unterscheiden. Es gibt zwar Gegenbaur an (l. c. S. 59), dass es bei mehreren Gattungen der Familie der Cypriniden (Barbus, Tinca, Leuciscus, Scardinius) ihm nicht gelungen sei, die Elastica externa der Chordascheide aufzufinden, ich habe dieselbe jedoch bei Salmo umbla von 1″, Chondrostoma nasus von 2″ Länge, Hechten von 12″ und ausgewachsenen Barschen, Aalen, Forellen und Lachsen gesehen und glaube somit annehmen zu dürfen, dass

diese Haut, wenn sie auch vielleicht nicht bei allen ausgewachsenen Knochenfischen gefunden wird, doch sicherlich allen ursprünglich zukommt. Stimmen nun auch in dieser Beziehung die Teleostier mit den Plagiostomen überein, so unterscheiden sie sich doch sehr wesentlich dadurch, dass die Faserschicht ihrer Chordascheide nie Zellen enthält und auch im Ganzen nur wenig entwickelt ist. Letzterer Umstand wäre nun freilich von geringerem Belang, um so mehr da die genannte Lage später wenigstens an einer Stelle mächtig ausgebildet ist und den innersten Theil der Ligamenta intervertebralia darstellt: das erstere Verhalten dagegen scheint auf einen fundamentalen Unterschied in der Entwickelung der Chordascheide bei beiden Abtheilungen hinzudeuten und zu beweisen, dass die Chordascheide der Teleostier, ebenso wie die der Säuger, Vögel und beschuppten Amphibien, nach der von mir aufgestellten Vermuthung, nur eine von der Chordagallerte ausgehende, ursprünglich structurlose Ablagerung, ähnlich den Cuticularbildungen, ist, während die der Plagiostomen aus einer besonderen Zellenmasse des mittleren Keimblattes sich aufbaut. Bei der grossen Tragweite dieser Angelegenheit ist es jedoch gerathener, vorsichtig vorzugehen und zu fragen, ob nicht vielleicht die Chordascheide der Teleostier ursprünglich aus Zellen besteht und dieselben später verliert oder vielleicht doch unter ganz besonderen Verhältnissen Zellen zeigt. Was das erste anlangt, so melden die einzigen Untersucher, die die histologischen Verhältnisse der Entwickelung dieser Fische ausführlicher erforscht haben, Vogt und Lereboullet (Étud. d'Embryol. comparée 1862), nichts von dem Vorkommen von Zellen in der Chordascheide junger Fische, wobei jedoch zu berücksichtigen ist, dass bei Vogt die eigentliche Scheide und die äussere skelettbildende Schicht, zusammen als Scheide der Chorda beschrieben sind. Auch ich habe bei jungen Forellen von 12‴ bis zu solchen von 6‴ ohne Ausnahme die Faserlage der Chordascheide, die deutlich querfaserig oder querstreifig war, ohne Zellen gesehen und ebenso habe ich auch an den relativ mächtigen Chordascheiden der freien Chorda am Ende der Wirbelsäule erwachsener Karpfen, Lachse und Hechte (Ueber das Ende der Wirbelsäule der Ganoiden und einiger Teleostier 1860, S. 14, 16, 17) und in den Theilen derselben, die bei allen Teleostiern zu den innersten Theilen der Ligamenta intervertebralia sich gestalten, nichts von Zellen gefunden.

Diesem zufolge glaube ich behaupten zu dürfen, dass die Chordascheide der Teleostier, wenn auch aus denselben drei Lagen bestehend, wie die der Plagiostomen und in ihren Beziehungen zur Chorda derselben ganz gleich, doch einen ganz anderen Bau und eine andere Bedeutung besitzt.

Ich bezeichne dieselbe demnach als innere oder eigentliche Scheide und stelle sie in ihrer Bedeutung der Elastica interna der Plagiostomen an die Seite.

Ueber das Verhalten der Wirbelbogen glaube ich meinen Erfahrungen zufolge aussagen zu können, dass dieselben bei allen Teleostiern ursprünglich knorpelig sich anlegen. Zwar scheinen die Beobachtungen von A. Müller bei einigen Cyprinen (Müll. Arch. 1853) dem zu widersprechen, indem nach diesem Forscher die Wirbelbogen hier von Anfang an knöchern auftreten, allein A. M. gibt schon an, dass an den vorderen Wirbeln die Bogen eine knorpelige Basis haben und nach meinen Erfahrungen an 2″ langen Individuen von Chondrostoma nasus und 1½″ langen Exemplaren von Cyprinus carpio (kleinere Cypriniden waren mir bis jetzt nicht zugängig) müssen auch bei den Cypriniden ursprünglich Knorpelstrahlen dagewesen sein, denn es enthalten noch bei Individuen der angegebenen Grösse sowohl die Rippen und die unteren Bogen, als auch die oberen Bogen im Innern ganz deutlich einen verkümmerten Knorpelstrahl. Hierzu kommt noch, dass der chordale Endfaden der Wirbelsäule des Karpfen nach meinen Erfahrungen ganz und gar von einem Knorpelrohre umgeben ist, das nichts Anderes als verschmolzene Bogen darstellt. — Im weitern Verlaufe theilen sich dann freilich die Teleostier in zwei Gruppen. Bei den einen nämlich verknöchern die Bogen sehr bald und verschmelzen mit den Wirbelkörpern, während bei den andern die Basen der Bogen knorpelig bleiben und bei der Dickenzunahme der Wirbel in das Innere derselben aufgenommen werden, so dass dann auf Querschnitten das bekannte Doppelkreuz der Salmonen, Esocinen u. a. entsteht.

Eine Verschmelzung der knorpeligen Bogen um die chordalen Wirbelkörper herum, welche bei den Plagiostomen sehr häufig ist, kommt bei den Teleostiern so selten vor, dass noch Gegenbaur vor Kurzem behaupten konnte, dass Knorpelringe bei den Teleostiern durchaus nicht vorkommen (l. c. S. 62) und doch hatte ich schon vorher die knorpeligen Scheiden des chordalen Endfadens bei Salmo, Cyprinus carpio, Alosa vulgaris und Elops saurus beschrieben und zugleich angegeben, dass eine solche Scheide beim Hechte fehle. Solche Fälle werden gewiss noch mehr zur Beobachtung kommen, immerhin wird es richtig bleiben, dass an dem regelrecht verknöchernden Theile der Wirbelsäule ein solches Verhalten sich nicht findet und die Bogen getrennt bleiben.

Die erste Ossification der Wirbelsäule der Teleostier geschieht durch Verknöcherungen der eigentlichen Chordascheide.

Bekanntlich hat schon J. Müller vermuthet, dass die Chordascheide einen Antheil an der Bildung der Wirbel der Teleostier nehme und sind dann von A. Müller (l. c.) und mir (Würzb. Verh. Bd. X) für die Cyprinen und Leptocephaliden auch die wirklichen thatsächlichen Belege für diese Vermuthung beigebracht worden, während ich zugleich den Satz aufstellte, dass wahrscheinlich bei den Teleostiern ein solches Verhalten der Chordascheide ausgebreiteter vorkomme. Seit dieser Zeit ist über diesen Gegenstand Nichts weiter beigebracht worden, wenn man nicht einige wenig bestimmte Bemerkungen von Gegenbaur (l. c. S. 59) aufzählen will, der zwar geneigt scheint, eine Betheiligung der Chordascheide an der Wirbelbildung anzunehmen, aber doch angibt, dass es ihm bei mehreren Cypriniden nicht gelungen sei, diesen Antheil der Chordascheide zu erkennen. Die Chordascheide bestehe hier nur aus einer in den Intervertebralräumen sehr verdickten Lamelle (den von mir beim Hechte sogen. Lig. intervertebralia interna) und nach aussen von dieser Lamelle liege überall der Knochen des Doppelkegels. Weder in letzterem noch ausserhalb desselben sei Etwas aufzufinden, was als Elastica externa zu deuten wäre.

Bei dieser Sachlage schien es mir wünschenswerth, die Angelegenheit von Neuem zu prüfen, doch kann ich für einmal aus einer noch nicht abgeschlossenen Untersuchung nur Folgendes mittheilen.

Die erste Entwickelung der Wirbel habe ich bis jetzt nur beim Lachse, bei der Forelle und bei S. umbla geprüft, welche alle die nämlichen Ergebnisse lieferten, daher ich nur von den zwei letzten Arten handeln will, die genauer untersucht wurden. Bei Individuen von 10 und 11''' Länge ist es leicht zu zeigen, dass die ersten Verknöcherungen der Wirbelsäule der Chordascheide angehören, an der hier nur zwei Lagen, eine leicht der Quere nach reissende und dann ein künstliches Netz bildende Elastica externa und eine helle querfaserige innere Lage ohne Zellen zu unterscheiden waren. Im entwickelteren Zustande, m. a. W. im vorderen Theile der Wirbelsäule waren die Ossificationen nach oben (nach der Rückseite) offene Ringe, die die ganze Dicke der Faserlage der Chordascheide einnahmen, jedoch nach aussen bestimmt von der Elastica bekleidet sich zeigten (Figg. XI, XII). Weiter nach hinten wurden diese Halbringe immer schmaler und erschienen endlich nur noch als rechteckige und zuletzt rundlich viereckige Plättchen an der unteren Seite der Chordascheide, auf deren feinere Formverhältnisse und sonstige Besonderheiten ich hier nicht eingehen kann. Nur eines — obschon nicht unmittelbar hierher gehörig — kann ich nicht unterlassen hier anzumerken, dass nämlich auch der Schädeltheil der Chorda in seiner ganzen Länge eine verknöcherte

Scheide besass (Fig. XI), die auch einen lang gezogenen Halbkanal darstellte und oben offen war. —

In weiterer Ausbildung werden die chordalen Halbringe, die selbstverständlich keine Structur und keine Zellen besitzen, zu vollständigen Ringen, zugleich beginnt aber auch in der äussern skelettbildenden Schicht die Ablagerung von ächtem Knochen auf dieselben und können dieselben somit nie ein weiteres Dickenwachsthum zeigen. Solche junge Wirbel mit den zwei Lagen zeigt die Fig. XIII von einer Nase von 2″. Dagegen wächst bei gewissen Gattungen der chordale Wirbelkörper, während zugleich die Periostablagerungen zunehmen und die Chorda zwischen je zwei Wirbeln mit wächst, in der Länge weiter, wobei er zugleich etwas dicker wird. Doch gibt es auf der andern Seite auch Fische, bei denen dieser Theil des Wirbels nie eine grössere Ausdehnung gewinnt und später nur den mittelsten Theil des Wirbelkörpers einnimmt. Da hier nicht der Ort für die ausführliche Schilderung dieser Verhältnisse ist, so begnüge ich mich mit der Vorlage und Erläuterung einiger Zeichnungen, welche die Haupttypen der Wirbelbildung der Teleostier darstellen.

Figg. XIV u. XV sind sagittale Längsschnitte durch Wirbel einer Forelle von 11″ Länge. Fig. XIV zeigt die Anordnung der Theile im Allgemeinen. *aa* ist der vom Perioste aus gebildete Doppelkegel, an dem wieder der eigentliche compacte Doppelkegel und die in den äusseren Aushöhlungen desselben befindlichen Ablagerungen von schwammigem, an fetthaltigem Marke reichem Gewebe *bb* zu unterscheiden sind. Der helle Saum *cc* an der innern Seite des periostalen Doppelkegels ist der auf Kosten der Chordascheide gebildete Doppelkegel, der jedoch nicht ganz so weit sich erstreckt, wie der erstere. Die Chorda selbst *d* verhält sich, wie ich es früher vom Hechte beschrieb, d. h. es finden sich an der Stelle der Gallerte an gewissen Orten mit Wasser erfüllte Höhlen *ee*, während dieselbe an andern *f* zusammenhängend bleibt und wie Scheidewände bildet, nur finde ich, was auch beim Hechte so sein wird, dass hier die Scheidewände durch dünne Stränge von Chordasubstanz *g* mit einander zusammenhängen. — Umgeben wird die Chorda von einer Elastica interna *h*, auf welche im Bereiche der Wirbel der chordale Doppelkegel, zwischen denselben das von mir sogenannte Lig. intervertebrale internum *i* folgt. Dieses ist, wie das Auffinden der Elastica externa *kk* an seiner Aussenseite beweist, nichts Anderes als ein Rest der Faserlage der Chordascheide und das Material, aus welchem der chordale Doppelkegel in die Länge d. h. an seinen Rändern wächst, so lange die Wirbelsäule noch zunimmt, welche Verhältnisse die vergrösserte Fig. XV besser versinnlicht als weitere Beschreibungen. In dieser stellt *c* den

chordalen Doppelkegel vor, der bei c' so endet, dass er mit dem Lig. intervertebrale internum unmittelbar zusammenhängt, welches an dem dargestellten Präparate zufällig durch eine Lücke o von der Elastica interna und der eigentlichen Chorda getrennt war. Aussen an den Rändern der periostalen Doppelkegel und aussen an der Elastica externa der Chordascheide findet sich das starke bogenförmige Lig. intervertebrale externum l, welches das Längenwachsthum des periostalen Doppelkegels besorgt und bei der Forelle eine innere hellere und eine äussere dunklere Zone zeigt und aus Bindegewebe mit Zellen besteht. Das Lig. intervertebrale internum dagegen zeigt keine Zellen, sondern nur ein helles faseriges Gewebe mit einer gewissen Zahl feiner netzförmig verbundener elastischer Fäserchen.

Dass der chordale Doppelkegel wirklich der Chordascheide seinen Ursprung verdankt, habe ich übrigens nicht nur aus den Beziehungen der Theile zu einander, wie sie die Fig. XV zeigt und aus der oben gemeldeten Erfahrung über junge Forellenwirbel entnommen, vielmehr kann ich in dieser Hinsicht noch einen andern vollgültigen Beweis vorlegen und zwar den, dass nach dem Ausziehen der Kalksalze die Elastica externa der Chordascheide an der Aussenseite der fraglichen Schicht, somit im Innern des knöchernen Doppelkegels des Wirbels nachzuweisen ist.

Einem etwas andern Typus folgen die Wirbel des Aales, welche die Fig. XVI. darstellt, wogegen die Wirbel des Hechtes ganz mit denen der Forelle stimmen Beim Aale sind, abgesehen von der Chorda selbst, deren Verhältnisse ich als minder erheblich bei Seite lasse, folgende Eigenthümlichkeiten da. Erstens ist der chordale Doppelkegel c ganz klein und nur im innersten Theile des Wirbels vorhanden und zweitens findet sich an der Aussenseite der Elastica externa der Chorda eine Lage von weicher, ächter Bindesubstanz m als unmittelbare Auskleidung der concaven Aushöhlungen der Wirbelendflächen, welche durch das Lig. intervertebrale von einem Wirbel auf den andern übergeht. Diese Lage, welche entschieden der äussern skelettbildenden Schicht angehört und die inneres Periost der Wirbel, oder Periost der Wirbelfacetten heissen mag, scheint beim Aale keinen Antheil an der Bildung des knöchernen Wirbels zu nehmen; dagegen sind mir andere Fische bekannt geworden, wo dies wirklich der Fall ist und zwar kenne ich bisher zwei Unterformen. Bei den einen Gattungen besteht dieses Periost aus Bindegewebe oder Bindesubstanz und liefert eine osteoide Substanz, welche die innerste Lage des periostalen Doppelkegels bildet, jedoch von demselben durch eine besondere Schichtung sich unterscheidet, so bei Perca, Triodon, bei andern hat dasselbe den Bau von Faserknorpel und geht beim Ver-

kalken in eine Lage von Knorpelknochen über, welche die Wirbelfacetten bekleidet, und natürlich scharf von dem eigentlichen Gewebe derselben absticht. Diese Form habe ich bis jetzt nur gesehen bei Auxis bisus, erwarte sie jedoch noch bei manchen andern von den Gattungen, deren Skelett aus ächter Knochensubstanz mit Zellen besteht.

Wahrscheinlich gibt es nun noch einen dritten Typus, bei dem ein Periost der Wirbelfacetten zugleich mit einem entwickelteren chordalen Doppelkegel sich findet. Ist dieses Periost nicht verkalkt, so wird der chordale Doppelkegel von dem periostalen durch einen Zwischenraum abstehen, wie dies in der That nach J. Müller's leicht zu bestätigenden Angabe bei Xiphias gladius der Fall ist, im entgegengesetzten Falle wird der Doppelkegel aus drei besonderen Lagen bestehen, zwischen denen jedoch die Grenzen ausser an den Wachsthumsstellen vielleicht oft verwischt sein mögen.

Fasse ich nun zum Schlusse die Hauptresultate, die in Betreff der Wirbelbildung der Teleostier sich herausgestellt haben, zusammen, so ergeben sich folgende Sätze.

1. Die Chordascheide der Teleostier besteht wie die der Selachier aus drei Schichten, hat jedoch hier einfach die Bedeutung einer Ausscheidung der Chordagallerte, indem die mittlere oder Faserlage nie Zellen enthält.

2. Die erste Ossification der Wirbel geschieht in der mittleren Lage der Chordascheide, besteht immer aus einfacher osteoider zellenloser Substanz und hat wenigstens bei den Salmonen die Form von Plättchen der Bauchseite, die allmählig, nach der Rückenseite wachsend, zu Halbringen und schliesslich zu ganzen Ringen sich gestalten, welche dann je nach den Gattungen nur eine geringe Grösse erreichen oder so lange mitwachsen als die Wirbel überhaupt sich vergrössern.

3. Die Bogen sind bei den Teleostiern ursprünglich immer knorpelig, verknöchern jedoch bei manchen Gattungen früh, während sie bei andern lange im Knorpelzustande sich erhalten. Nur im letztern Falle nehmen sie einen Antheil an der Wirbelbildung und stellen das Knorpelkreuz im periostalen Wirbelkörper dar, das stellenweise in ächten Knorpelknochen übergeht.

4. Eine Verschmelzung der knorpeligen Bogen ist bei den Teleostiern selten und finden sich die einzigen bis jetzt bekannten Beispiele an den chordalen Endfaden einiger Gattungen.

5. Bei den meisten Teleostiern mit wenigen Ausnahmen (Leptocephaliden) haben Periostablagerungen einen mehr weniger grossen Antheil an der Bildung der

Wirbel und erzeugen dieselben da, wo sie am ausgeprägtesten vorkommen 1) die Hauptmassen der Doppelkegel, 2) die in den äussern Aushöhlungen derselben gelegenen meist schwammigen Massen, 3) innere Auflagerungen an den concaven Facetten der periostalen Doppelkegel.

6. Die Chorda der Teleostier wird in der Mitte der Wirbel nie verdrängt und wächst je zwischen zwei Wirbeln mit der Wirbelsäule fort, wobei sie allerdings verschiedene Veränderungen erfahren und stellenweise in Knorpel übergehen (Gegenbaur, ich) oder besondere Höhlungen erzeugen kann. —

Die Haupttypen der Wirbelkörper der Teleostier sind folgende:

I. Die Wirbel bestehen nur aus der verknöcherten Chordascheide.
Leptocephaliden.

II. Die Wirbel bestehen aus der verknöcherten Chordascheide und äussern Periostablagerungen.
Die grosse Mehrzahl der Teleostier.

III. Die Wirbel bestehen aus der verknöcherten Chordascheide, äussern Periostablagerungen und einem Antheile der Bogen.
Alle Teleostier mit einem Knorpelkreuze im Innern der Wirbelkörper.

Im Einzelnen ergeben sich dann noch Unterformen je nach der Ausdehnung des chordalen Wirbelkörpers, dem Vorkommen oder Fehlen des Periostes der Wirbelfacetten, dem Baue dieses Periostes und der vorhandenen oder mangelnden Verknöcherung desselben, deren specielle Aufzählung einer spätern Zeit vorbehalten bleiben muss.

II. Wirbelsäule der Ganoiden.

Eine Darlegung der Gesetze der Wirbelbildung bei den Knochenganoiden, welche hier vor Allem in Betracht kommen, ist noch schwieriger als eine solche der Wirbelentwickelung der Teleostier, weil bei den ersteren eine Kenntniss der ersten Entwickelung der Wirbelsäule ganz fehlt. Nichts destoweniger habe ich durch Untersuchung der Wirbel der fertigen Geschöpfe, sowie des wenig entwickelten Endes der Wirbelsäule derselben eine Reihe Anhaltspunkte gewonnen, welche mir erlauben, wenigstens die Grundzüge der Wirbelgenese festzustellen.

Die Chordascheide der Ganoiden besteht aus denselben drei Lagen, wie die der Selachier und Teleostier, es ist jedoch hervorzuheben, dass die Faserlage derselben bei Acipenser, Scaphyrhynchus, Spatularia, Polypterus und Amia wie bei den Teleostiern gebaut ist und keine Zellen enthält, während Lepidosteus eine Abweichung zu begründen scheint, indem hier, wie ich schon an einem andern Orte mittheilte (Ende der Wirbelsäule der Ganoiden S. 9), wenigstens am Ende der Wirbelsäule die Faserlage der Scheide innerhalb der Elastica externa stellenweise sowohl ächten Knorpel als auch eine Bindesubstanz mit Spindelzellen enthält. Da es gewiss sehr unwahrscheinlich ist, dass die Chordascheide der verschiedenen Gattungen von Ganoiden eine verschiedene Bedeutung besitzt, so habe ich mir die Frage vorgelegt, ob vielleicht die Zellen bei Lepidosteus von der äussern skelettbildenden Schicht abstammen und an die Innenseite der Elastica externa hereingewuchert sind oder ob etwa bei den andern Gattungen die entsprechende Lage ursprünglich Zellen besitzt.

Eine Antwort auf die letztere Frage zu geben, ist leider für einmal unmöglich, da die Jugendzustände der Chordascheiden der betreffenden Gattungen noch gänzlich unbekannt sind; was dagegen den andern Punkt betrifft, so hat mir eine wiederholte Untersuchung meiner Präparate allerdings gezeigt, dass die ausgesprochene Vermuthung wahrscheinlich ist. Das innerhalb der Elastica externa abgelagerte Knorpelgewebe erscheint nämlich als ein von der zellenlosen Chordascheide scharf abgegrenztes und macht den Eindruck einer secundären Auflagerung, wie dies auch die Figg. 2 und 4 der Tafel III in meiner Abhandlung über das Ende der Wirbelsäule der Ganoiden deutlich macht und möchte ich nun, wo ich weiss, dass die andern Ganoiden alle keine Zellen in ihrer Chordascheide besitzen, allerdings glauben, dass der fragliche Knorpel bei Lepidosteus nicht zur Chordascheide gehört. Ich bin nun freilich nicht im Stande anzugeben, wie derselbe an seine Stelle gelangt, da jedoch die Elastica externa deutliche Lücken besitzt, so ist es sicherlich nicht unmöglich, dass derselbe von der Knorpellage der Bogen abstammt und durch partielle Wucherungen derselben durch die Lücken der genannten Haut hindurch an die Stellen gelangt, wo er später sich findet. Ist diese Auffassung richtig, so würden dann alle Ganoiden im Bau und der Bedeutung ihrer Chordascheide an die Teleostier sich anschliessen und einer äussern zellenhaltigen Chordascheide entbehren. — Bei dieser Gelegenheit will ich nun auch noch bemerken, dass die Cyclostomen (Branchiostoma, Myxine, Petromyzon) ebenfalls nur eine zellenlose Chordascheide haben.

während bei Protopterus (Lepidosiren) die Chordascheide zellenhaltig ist und an die der Selachier sich anschliesst.

Mit Bezug auf die Gestaltung, welche die Wirbelsäule der Knochenganoiden ursprünglich besitzt, wird so lange keine bestimmte Entscheidung zu geben sein, als es nicht gelingt, junge Individuen auf diese Verhältnisse zu untersuchen; immerhin liegen eine Reihe von Thatsachen vor, welche schon jetzt zur Ableitung von Schlüssen verwerthet werden können. Vor Allem könnte man daran denken, aus der Beschaffenheit des Endes der Wirbelsäule bei Amia, Polypterus und Lepidosteus den Satz abzuleiten, dass bei diesen Fischen die Wirbel ursprünglich knorpelig sind und aus der Chordascheide sammt den sie umschliessenden knorpeligen Bogen bestehen. Wir finden nämlich bei allen Knochenganoiden am unverknöcherten Ende der Wirbelsäule mehr weniger entwickelt, am schönsten bei Lepidosteus, ein zusammenhängendes Knorpelrohr, welches die Chorda umschliesst und auch das Rückenmark enthält. Es zeigen jedoch die Teleostier hinreichend bestimmt, dass der Zustand, in welchem das Ende der Wirbelsäule bei den erwachsenen Thieren auftritt, nicht nothwendig mit dem übereinstimmt, in dem die Wirbelsäule zuerst erscheint, indem bei den Salmonen und Cyprinen am Ende der Wirbelsäule ebenfalls ein mehr weniger vollständiges Knorpelrohr da ist, während die Wirbel sicherlich nicht ursprünglich als Knorpelringe auftreten und wird es daher nöthig vorerst zu fragen, in welchem Sinne etwa andere Erfahrungen sprechen. Und da scheint mir dann die grössere Wahrscheinlichkeit dafür zu sprechen, dass die Wirbel ursprünglich aus einem Abschnitte der Chordascheide und den vier nicht verschmolzenen Bogen bestehen. Die Thatsachen, die zu diesem Schlusse führen, sind folgende:

1. Bei den Acipenserini und Spatulariae, bei denen eine primordiale Form der Wirbelsäule zeitlebens sich erhält, besteht die Wirbelsäule aus der starken Chordascheide und nicht verschmolzenen Knorpelbogen.

2. Bei den fossilen Ganoiden, denen knöcherne Wirbelkörper abgehen, sind die knöchernen Bogen bei vielen Gattungen getrennt.

3. Bei den fertigen Wirbeln von Amia lässt sich erkennen, dass dieselben ursprünglich ein Knorpelkreuz enthalten, wie es von den Salmonen und Esox bekannt ist und nur da vorkömmt, wo die Knorpelbogen vor der Verknöcherung der Wirbel getrennt sind.

Somit scheint mir für einmal die Annahme die wahrscheinlichste, dass die pri–

mordiale Wirbelsäule der Knochenganoiden dieselbe Form besitzt, wie die der Ganoidei chondrostei.

Die erste Ossification der Wirbelkörper der Knochenganoiden scheint mit einer Verknöcherung der Chordascheide zu beginnen. Hierfür sprechen zwei Thatsachen und zwar erstens das Vorkommen von Halbringen und Ringen von osteoider Substanz ohne Zellen an gewissen Stellen der Chordascheide des Endes der Wirbelsäule des ausgewachsenen Polypterus (Schwanzwirbelsäule der Ganoiden S. 5. Tab. I. Figg. 2 und 3) und zweitens der Umstand, dass auch in den ausgebildeten Wirbeln von Polypterus in der Mitte noch die verkalkte Chordascheide zu erkennen ist. Immerhin kann ich nicht behaupten, dass auch Amia und Lepidosteus ebenso sich verhalten, indem ich selbst bei Amia in den fertigen Wirbeln keine Spur einer verknöcherten Chordascheide aufzufinden vermochte. Mag dem sein wie ihm wolle, so nimmt auf jeden Fall auch bei Polypterus die Chordascheide keinen grösseren Antheil an der Bildung der Wirbelkörper als beim Aale und findet sich an den concaven Wirbelfacetten keine Spur einer auf sie zu beziehenden Knochenschicht.

Die Hauptmasse der Wirbelkörper baut sich somit auch bei den Knochenganoiden aus frühzeitig auftretenden Ablagerungen aus der häutigen äussern skelettbildenden Schicht oder aus Periostablagerungen auf und folgen wenigstens die Wirbel von Amia und Polypterus in ihrer Bildung wesentlich denselben Gesetzen wie die Teleostier. Einzelheiten anlangend, mache ich auf Folgendes aufmerksam.

1. Bei Amia enthalten die Wirbel ursprünglich ein Knorpelkreuz (Fig. XVII), welches jedoch beim fertigen Wirbel grösstentheils verknöchert ist. Der Knochen ist jedoch kein Knorpelknochen, wie bei den Teleostiern, bei denen die fraglichen Knorpelzapfen mehr weniger erhärten, sondern ächter Knochen.

2. Amia und Polypterus besitzen ein Periost der Wirbelfacetten, wie der Aal und andere Teleostier, dasselbe besteht jedoch aus Faserknorpel mit stellenweisen Uebergängen zu hyalinem Knorpel und nimmt wie bei Auxis bisus (s. oben) durch Umbildung in Knorpelknochen an der Bildung des periostalen Doppelkegels Antheil. Man findet nämlich auch bei Polypterus und Amia (Figg. XVIII, XIX) die concaven Wirbelfacetten von einer dünnen Lage von Knorpelknochen ausgekleidet und wächst der Doppelkegel an seinem Rande theils auf Kosten eines rein bindegewebigen Ligamentum intervertebrale externum, theils auf Rechnung einer nach innen davon befindlichen faserknorpeligen Schicht, die genau dieselbe Lage hat, wie beim Aal.

3. Sehr beachtenswerth sind die Schicksale der Chorda bei Amia und Poly-

pterus. Die Wirbel dieser beiden Gattungen sind in der Mitte knöchern und nicht durchbohrt wie die der Teleostier. Untersucht man, wie die Verdrängung der Chorda, die natürlich auch hier ursprünglich einen zusammenhängenden Strang darstellt, sich macht, so überzeugt man sich, dass dieselbe nicht in der Weise geschieht, wie Gegenbaur aus Gründen der Analogie annehmen zu müssen glaubte (l. c. S. 62), indem die Chorda durch Knorpel eingeschnürt und verdrängt wird, sondern durch eine Ossification der Chorda selbst zu Stande kommt. Das Zustandekommen dieser Umbildung der Chorda in ächten Knochen mit sternförmigen Zellen wird nur an jungen Wirbelsäulen in allen Einzelheiten zu verfolgen sein, immerhin lehrt Polypterus (s. die Figg. XX, XXI) soviel, dass wahrscheinlich die Chordagallerte erst verkalkt, und dann an verschiedenen Stellen einschmilzt, wobei auch die verknöcherte Scheide da und dort zerstört wird, und ein System von Markräumen erzeugt, die mit denen des periostalen Doppelkegels zusammenhängen und bald Blutgefässe erzeugen. Dann folgen Ablagerungen ächten Knochens an den Wandungen dieser Räume, während zugleich das ursprüngliche Gewebe immer mehr zerstört wird, bis am Ende alles ächter lamellöser Knochen ist. Fig. XXI zeigt im Querschnitte diese knöcherne Mitte des Wirbels, welche noch von einer fast ganz erhaltenen ossificirten Chordascheide umgeben ist und in Fig. XXII ist dieselbe im verticalen Längsschnitte zu erkennen. Ein solcher Schnitt zeigt auch, dass an die knöcherne Mitte beiderseits verkalkte und dann erst weiche Chordagallerte anstösst. Bei Amia (Fig. XVII) ist die Mitte des Wirbels ebenfalls ächter Knochen und entsteht unzweifelhaft in derselben Weise wie bei Polypterus: da jedoch keine Reste der Chordascheide sichtbar sind, so lässt sich dies hier nicht so nachweisen, wie dort.

Kennt man die Wirbelgenese von Amia und Polypterus, so ist dann auch die von Lepidosteus nicht schwer zu begreifen; vorausschicken muss ich jedoch dass die Endflächen der Wirbelkörper auch hier eine dünne Rinde von Knorpelknochen besitzen, der auf Kosten eines Faserknorpels sich bildet, der am fertigen Wirbel noch mehr weniger deutlich zu erkennen ist und dem Perioste der Wirbelfacetten von Amia und Polypterus entspricht. Geht man von dem Wirbel von Polypterus aus (Fig. XX), so lässt sich die Form von Lepidosteus ableiten, wenn man annimmt, dass der Grund der conischen Facetten durch eine weiterdringende Verknöcherung der Chorda selbst bis zu einem gewissen Grade sich ausfüllt. Wie weit diese Verknöcherung geht, ist kaum zu bestimmen: auf jeden Fall folgt aus dem Umstande, dass der Wirbel an seinen Enden eine zusammenhängende fertige Lage

von Knorpelknochen besitzt, dass später das faserknorpelige Periost der Facetten, indem es zu einer zusammenhängenden Lage auswächst, den Ansatz neuer Knochenmassen besorgt. Ich halte es für wahrscheinlich, dass auf Kosten dieser Lage ein guter Theil der Wirbelkörper gebildet wird, nur müsste man dann annehmen, dass der Knorpelknochen in der Tiefe immer resorbirt wird und ächtem Knochen Platz macht, doch ist es auch nicht gerade als unmöglich zu erachten, dass die Chordaossification einen grösseren Antheil an der Ausfüllung der Facetten nimmt, als es scheint. — Auf jeden Fall folgen die Wirbel von Lepidosteus demselben Bildungsgesetze wie die der andern Ganoiden und kann auch noch daran erinnert werden, dass es auch bei den Teleostiern Fälle von soliden Wirbeln gibt, deren Entwickelung wohl nach demselben Plane geschehen wird.

Fasst man alles über die Knochenganoiden Bemerkte zusammen, so ergibt sich, dass die Wirbelbildung derselben von derjenigen der Teleostier sich nicht wesentlich unterscheidet und kein Merkmal darbietet, welches nicht auch bei Teleostiern beobachtet ist oder wahrscheinlich vorkommt. Immerhin lassen sich als im grossen Ganzen bezeichnend hervorheben einmal die Verdrängung der Chorda in der Wirbelmitte durch Umwandlung derselben in ächten Knochen und zweitens das Vorkommen einer Lage von Knorpelknochen an den Wirbelendflächen.

Nach Schilderung der Wirbelbildung der Teleostier und Ganoiden ist es nun möglich eine Vergleichung zwischen diesen Fischen und den Selachiern anzustellen und zu fragen, in wie weit die beiderlei Gruppen übereinstimmen oder nicht. Wenn wir vorläufig davon absehen, dass die Chordascheiden der Teleostier und Ganoiden einerseits und die der Selachier andrerseits dem Baue und der Bedeutung nach verschieden sind und nur berücksichtigen, dass beide dieselben Beziehungen zur Chorda zeigen, so finden wir, dass die einfachsten Formen der Wirbelsäule und Wirbel bei beiden Gruppen ganz übereinstimmen. Es haben nämlich auch die Teleostier und Ganoiden Wirbelsäulen aufzuweisen, die nur aus einer zusammenhängenden Chordascheide ohne Ossificationen und aus knorpeligen Bogen bestehen (Ganoidei chondrostei, Leptocephaliden z. Theil) und sind ferner die einfachsten Wirbelkörper dieser Fische auch nichts als einfache in der Chordascheide gebildete Ringe (Leptocephalus, Helmichthys). Unterschiede finden sich allerdings auch schon bei diesen einfachsten Formen insofern als 1) die Chordascheide der Selachier Zellen enthält,

die der andern Fische nicht, und 2) bei allen Knochenfischen, die Ganoiden eingeschlossen, die genannte Scheide nur eine geringe Mächtigkeit besitzt, allein diese Verschiedenheiten machen sich bei den einfachsten Gestaltungen der ganzen Reihen noch kaum bemerklich. Ganz anders greifen dagegen die eben bezeichneten Unterschiede in die spätere Entwickelung ein und hängen die Hauptabweichungen der Wirbel beider Gruppen mit denselben zusammen. Bei den Selachiern wuchert die zellenhaltige Chordascheide mit allen übrigen Theilen mächtig heran und bildet für sich allein den Doppelkegel der Wirbelkörper, bei den Teleostiern und Ganoiden dagegen, wo die zelligen Elemente fehlen, mangelt auch ein solches Wachsthum, es erlangen daher die chordalen Doppelkegel nur eine sehr geringe Entwickelung und sind es vor Allem periostale äussere Ablagerungen, welche die diconischen Wirbelkörper bilden. Man kann daher auch einfach sagen, dass die Doppelkegel der Wirbel bei den Selachiern einzig und allein Entwickelungen ihrer Chordascheide sind, während dieselben bei den andern Fischen vorzüglich als periostale Ablagerungen sich darstellen und die chordalen Doppelkegel nur eine äusserst geringe Entfaltung zeigen. An diese morphologische Grundverschiedenheit, die aber in erster Linie von den histologischen Unterschieden der Chordascheiden beider Gruppen abhängt, schliesst sich dann natürlich auch eine zweite mit Bezug auf den feineren Bau, indem die chordalen Doppelkegel und die Wirbelkörper der Selachier überhaupt aus Knorpel und Knorpelknochen, die der Teleostier und Ganoiden aus zellenloser osteoider Substanz bestehen, während die periostalen Doppelkegel ächten Knochen (bei den Ganoiden mit Zellen und Zahnröhrchen) führen. Geht man auf die Bedeutung des Blastems ein, aus dem die Wirbeldoppelkegel beider Abtheilungen sich bilden, so ergibt sich, dass die Ossificationen der Chordascheide der Teleostier und Ganoiden ganz einzig in ihrer Art dastehen, während die Doppelkegel der Selachier und die periostalen Doppelkegel der Teleostier einander entsprechen. Beide entstehen nämlich aus einer und derselben Lage, der äussern skelettbildenden Schicht, und sind offenbar gleichwerthig, trotz der Verschiedenheiten, die sie zeigen, die darin bestehen, dass bei den Selachiern ein Theil der genannten Lage in eine besondere Beziehung zur Chorda tritt und verknorpelt, während dies bei den Teleostiern nicht der Fall ist.

In allen andern Beziehungen stimmen die Wirbel beider Gruppen im Wesentlichen überein und hebe ich in dieser Hinsicht nur noch Folgendes hervor. Bei den Teleostiern und Ganoiden nehmen bei fast allen periostale Ablagerungen an der Aussenseite der Doppelkegel der Wirbelkörper einen grossen Antheil an der Bildung der Wirbel-

körper und treten da, wo die Wirbelkörper ein von den Bogen abstammendes Knorpelkreuz enthalten, in Form von vier Zapfen auf, während sie bei den andern Gattungen einen zusammenhängenden Mantel um die Mitte des Doppelkegels bilden. Letztere Form ist nun allerdings bei den Selachiern nicht vorhanden, dagegen treten die periostalen Zapfen bei den Nictitantes und Lamnoidei vor Allen ebenso schön und mächtig entwickelt auf wie nur immer bei den Knochenfischen und haben auch, wie bei diesen, stark entwickelte Sharpey'sche Fasern. Was ferner die Bogen anlangt, so ist es bei den Selachiern allerdings sehr häufig, dass dieselben den chordalen Wirbelkörper umwachsen und einen grossen Antheil an der Bildung desselben nehmen, während bei den Teleostiern und Ganoiden das Umgekehrte Regel ist, allein auf der einen Seite findet sich letzteres auch bei manchen Selachiern und auf der andern zeigen die unverknöchenten Enden der Wirbelsäulen gewisser Teleostier und aller Knochenganoiden, dass auch hier eine Umhüllung der Chordascheide durch die Knorpel der Bogen vorkommen kann. Somit findet sich auch hier keine durchgreifende Verschiedenheit, dadegen kann allerdings noch hervorgehoben werden, dass bei den Teleostiern und Ganoiden die Ossification der Bogen durch ächten Knochen sich macht, während Knorpelknochen nur selten auftritt, bei den Selachiern dagegen periostale Ablagerungen sich gar nicht finden.

Ich stelle nun noch die gefundenen Thatsachen alle übersichtlich zusammen.

	Selachier.	Teleostier und Ganoiden.
1. *Chordagallerte.*	Ist meist ein zusammenhängender Strang. Wird sie in einzelne Stücke zerfällt, so geschieht dies durch Verdrängung von Seiten der wuchernden Chordascheide.	Ist meist zusammenhängend. Abschnürungen finden sich nur durch directe Ossification der Gallerte bei den Knochenganoiden.
2. *Chordascheide.*	Ist zellenhaltig und stark und entwickelt sich aus der äussern skelettbildenden Schicht.	Ist zellenfrei und von geringer Mächtigkeit, hat die Bedeutung einer Ausscheidung der Chordagallerte.
3. *Doppelkegel der Wirbel.*	Sind ohne Ausnahme Ossificationen der Chordascheide und bestehen aus Knorpelknochen.	Sind vorzugsweise periostale Ablagerungen und nur zum kleinsten Theile Entwickelungen der Chordascheide. Jene sind osteoide Substanz oder ächter Knochen, diese immer osteoide zellenlose Substanz.

	Selachier.	Teleostier und Ganoiden.
4. Aeussere Periostablagerungen der Wirbelkörper.	Fehlen häufig; wo sie da sind, sind sie zum Theil gut entwickelt und zwar immer in Gestalt von 4 Zapfen von verkalktem Faserknorpel.	Sind fast immer da, theils in Gestalt von 4 Zapfen, theils als zusammenhängende Ringe von osteoider Substanz oder ächtem Knochen.
5. Knorpelige Bogen.	Umgeben häufig den chordalen Wirbel vollkommen, ossificiren durch Knorpelknochen.	Stellen an ausgebildeten Wirbeln immer getrennte Bildungen dar. Ossificiren durch Periostablagerungen und innere Bildung von osteoider Substanz und ächtem Knochen, und nur in geringem Grade durch Knorpelknochen.

An diese Schilderung würde sich nun noch zweckmässig eine Vergleichung der Wirbel der Fische und derjenigen der höhern Thiere anreihen, ich sehe mich jedoch veranlasst, eine ausführliche Besprechung dieser wichtigen und schwierigen Frage für eine andere Gelegenheit aufzusparen und hier nur folgende wenige Bemerkungen beizufügen.

Die Frage, die vor Allem sich erhebt, die nach der Bedeutung der Chordascheide der höheren Wirbelthiere, erledigt sich für die beschuppten Amphibien, Vögel und Säuger ziemlich leicht, wenn man weiss, dass die Chordascheiden derselben ohne Ausnahme structurlos sind und ergibt sich so, dass dieselben auf keinen Fall mit der gesammten Chordascheide der Selachier zusammengestellt werden können. Will man vergleichen, so bietet sich, wie ich es schon an einem andern Orte ausgesprochen habe (Würzb. Verh. X) nur die Elastica interna der Selachier dar, die ebenfalls am zweckmässigsten als eine Ausscheidung der Chordagallerte aufgefasst wird. Dieser Aufstellung hat auch Gegenbaur sich angeschlossen und weiter hinzugefügt, dass auch die Chordascheide der nackten Amphibien in dieselbe Kategorie falle. Ich war mit Bezug auf diese Geschöpfe früher zweifelhaft, weil ich an ihrer Chordascheide eine Elastica externa und eine Faserhaut aufgefunden hatte, die später auch Gegenbaur bestätigte, und das Vorkommen einer Elastica externa zu beweisen schien, dass es sich hier um eine Chordascheide wie bei den Selachiern handle. Eine genaue Untersuchung der Chordascheiden der Teleostier und Ganoiden brachte mich jedoch schliesslich zu der

Ueberzeugung, dass auch die Chordascheiden dieser Fische und der nackten Amphibien denen der höheren Geschöpfe gleichwerthig sind. wobei ich jedoch bemerke, dass die Entscheidung sicherlich nicht leicht ist. Denn wenn auch. wie ich gefunden, die Chordascheiden der Teleostier, Ganoiden (und Cyclostomen) alle zellenlos sind. so stimmen dieselben doch in allen übrigen Verhältnissen so sehr mit den zellenhaltigen Scheiden der Selachier (und von Protopterus) überein, dass es gewiss guter Gründe bedarf, um dieselben zu trennen. Man denke an die mächtigen Chordascheiden des Störs, von Spatularia, Petromyzon und Myxine, die denen von Lepidosiren, Chimaera, Heptanchus u. s. w. nicht nachstehen, dann an die starke Entwickelung der Chordascheide in den Lig. intervertebralia der Teleostier, endlich daran, dass die Elastica externa und interna bei Teleostiern und Ganoiden ganz allgemein sich finden und dass die Faserlage der zellenlosen Chordascheiden einen oft ganz zierlichen faserigen Bau. ja selbst elastische Fäserchen besitzt und man wird kaum anders können als finden. dass die zellenlosen und zellenhaltigen Chordascheiden einander sehr nahe stehen. Die Gründe, warum ich mich veranlasst sehe, alle zellenlosen Chordascheiden als Ausscheidungen der Chordagallerte aufzufassen sind die:

Erstens findet sich ein ganz allmäliger Uebergang von den einfachsten Chordascheiden der Vögel und Säuger zu den ausgebildetesten Formen der Cyclostomen und Ganoidei chondrostei und zwar durch die nackten Amphibien. Teleostier und Knochenganoiden hindurch. Sind die ersteren keine Producte der äussern skelettbildenden Schicht, wie mir ausgemacht erscheint. so sind es auch die andern nicht und lässt sich auf jeden Fall die Schwierigkeit nicht so beseitigen. dass man sagt. die Scheiden der höhern Wirbelthiere sind Ausscheidungen der Chorda. die der Teleostier, Ganoiden und Cyclostomen Producte der äussern skelettbildenden Schicht.

Zweitens lehrt die Entwickelung der Chordascheide der Teleostier. dass die Chordascheide anfänglich ein ganz zartes Häutchen ist, das durch Ablagerungen von innen sich verdickt. Letzteres beweist wohl unzweifelhaft das späte Auftreten der Elastica interna, welche zu einer Zeit noch fehlt. wo die Elastica externa schon vollkommen deutlich ist. wie ich dies bei jungen Salmonen gefunden habe. Damit soll jedoch nicht gesagt sein, dass nach der Bildung der Elastica interna eine Dickenzunahme der Chordascheide nicht mehr möglich sei, nur soviel, dass ihre Entwickelung im Allgemeinen durch Ansatz von innen her statt habe. — Meiner Auffassung zufolge stellen somit die Chordascheiden der Säuger. Vögel, beschuppten Amphibien und auch die der Selachier (deren eigentliche Scheide nur aus der Elastica interna besteht) den primitiven

Zustand dieses Organes dar, die Chordascheiden der nackten Amphibien, die auch eine Elastica externa haben, ein mittleres Stadium und die der Teleostier, Ganoiden und Cyclostomen mit ihren drei Lagen die ganz ausgebildete Form.

Aus dem eben Auseinandergesetzten folgt, dass die eigentliche Chordascheide der höheren Wirbelthiere derjenigen der Selachier viel näher steht, als die der Teleostier und Ganoiden und erhebt sich so von vorne herein die Vermuthung, dass diese Abtheilungen auch in der Bildung der Wirbel eine nähere Verwandtschaft zeigen. In einem Punkte bewahrheitet sich dies auf jeden Fall, insofern als bei keinem höheren Wirbelthiere eine Ossification der eigentlichen Chordascheide sich findet, die wie wir gezeigt haben, allen Teleostiern in einem gewissen Grade und wahrscheinlich auch den Ganoidei teleostei zukommt. Auf der andern Seite scheint jedoch den höhern Geschöpfen jene Bildung einer zellenhaltigen äussern Chordascheide aus der äussern skelettbildenden Schicht, die bei allen Selachiern sich findet und einen so grossen Antheil an der Wirbelbildung nimmt, ganz und gar zu fehlen, in welchem Sinne auch Gegenbaur sich ausgesprochen hat (l. c. S. 64). Prüft man die Sache genauer, so ergibt sich, dass dem doch nicht ganz so ist und dass wenigstens Eine Abtheilung der Amphibien, nämlich die Batrachier, Verhältnisse darbietet, die denen der Selachier sehr nahe stehen. Bei der Larve eines nicht näher zu bestimmenden ungeschwänzten Batrachiers aus Mexico fand ich die Chorda sammt ihrer eigentlichen Scheide von einer scharf abgegrenzten ziemlich starken Lage von Bindesubstanz umgeben, welcher die knorpeligen Bogen freilich ohne scharfe Grenze aufsassen, so dass die Wirbelsäule eine grosse Aehnlichkeit mit der gewisser Selachier hatte, eine Aehnlichkeit, die dadurch noch vermehrt wurde, dass in der genannten äussern Chordascheide auch die ersten Ossificationen der Wirbelkörper in Gestalt von Ringen von Faserknochen auftreten (Wurzb. Verh. X Taf. III Fig. 6). Aehnlich verhalten sich nach den Untersuchungen von Bruch und Gegenbaur auch Rano und Bufo und darf somit wohl vermuthet werden, dass noch andere Ecaudata in dieselbe Kategorie fallen. Diejenigen Ecaudata, deren Wirbelkörper uber der Chorda sich bilden, zeigen zwar keine Knochenringe als erste Andeutungen der Wirbelkörper, aber doch, wie ich bei Cultripes und Pipa gezeigt habe, eine die Chorda umgebende, scharf begrenzte äussere Scheide von Bindesubstanz, die ebenfalls der äussern Scheide der Selachier verglichen werden darf. Ich verkenne übrigens nicht, dass bei keinem Batrachier die äussere Chordascheide gegen die Bogen und sonst jemals so scharf durch eine Elastica abgegrenzt ist, wie bei allen Selachiern in früheren Stadien, da jedoch auch bei diesen die Elastica später oft spurlos vergeht und Bogen

und äussere Chordascheide verschmelzen, so fällt der angegebene Umstand wohl weniger in's Gewicht, und lässt sich nichts desto weniger die nahe Verwandtschaft der beiden Bildungen vertheidigen. —

Stimmt die Wirbelsäule gewisser nackten Amphibien und der Selachier in der ersten Anlage in manchen Beziehungen überein, so weichen sie doch in der spätern Entwickelung in Vielem ab. Ohne auf die eigenthümlichen Gestaltungen der intervertebralen Theile einzugehen, mag nur noch hervorgehoben werden, dass bei allen vorhin genannten Gattungen, deren Wirbelkörper zuerst als ringförmige Ossificationen der äusseren Chordascheide von Faserknochen oder Knorpelknochen auftreten, dieselben später vor allem durch Periostablagerungen von ächtem Knochen sich verstärken und auch im Innern zu solchem sich umgestalten. In ersterer Beziehung stimmen diese Batrachier ganz mit den Teleostiern und Ganoiden überein, während sie in letzterer ganz allein dastehen, indem bei keinem Selachier der chordale Wirbelkörper je verdrängt wird.

Bei den übrigen höhern Wirbelthieren fehlt jede Differenzirung der äussern skelettbildenden Schicht in äussere Chordascheide und Wirbelbogen und entwickelt sich ihre Wirbelsäule in erster Linie aus einem e i n f a c h e n, z u s a m m e n h ä n g e n d e n, die Chorda sammt ihrer eigenen Scheide umgebenden Blasteme, das erst weiche Bindesubstanz ist, dann aber an bestimmten Stellen verknorpelt. Im Einzelnen zeigen sich jedoch manche Verschiedenheiten. Bei den Säugethieren, Vögeln und gewissen Reptilien entwickeln sich die Wirbelkörper vor ihrer Verknöcherung zu dicken Knorpelmassen, während bei andern (nackten Amphibien zum Theil, Reptilien zum Theil) der Knorpel vorzüglich intervertebral sich entfaltet und der Wirbelkörper entweder ganz oder vor allem aus Periostablagerungen sich aufbaut. Die Wirbel dieser letzgenannten Thiere schliessen sich somit näher an die der Teleostier und Knochenganoiden an, bei denen die Wirbelkörper keinen Knorpel als Vorläufer haben und, abgesehen von dem Antheile der Bogen, ganz und gar aus der Ossification der eigentlichen Chordascheide und aus Periostablagerungen auf die äussere Seite derselben sich aufbauen. Ja selbst der Intervertebralknorpel der Amphibien hat bei den Knochenfischen sein Analogon, und zwar in den oben beschriebenen intervertebralen Faser- und Faserknorpelmassen der äussern skelettbildenden Schicht, die als Periost der Wirbelfacetten bezeichnet wurden, und einen bestimmten Antheil an der Bildung der Wirbelkörper nehmen. Werden diese Massen auch nie so mächtig wie bei gewissen Amphibien und erleiden sie auch nicht dieselben Veränderungen wie dort, so stimmen sie doch in ihrer Bedeutung vollkommen mit den genannten

Intervertebralknorpeln überein, die nach meinen und Bruch's, von Gegenbaur bestätigten Erfahrungen nichts als Theile der äussern skelettbildenden Schicht sind, die ursprünglich mit den Anlagen der Wirbel Eine zusammenhängende Masse bilden.

Stimmen so die Wirbel gewisser Amphibien mit denen der Knochenfische in manchen Punkten überein, so schliessen sich die der Vögel und Säuger mehr an die der Selachier an, insofern auch bei ihnen eine mächtige Knorpelentwickelung um die Chorda dorsalis statt hat, wobei freilich hervorzuheben ist, dass bei den Selachiern der Knorpel in zwei besondere Theile, äussere Scheide der Chorda und Bogen differenzirt ist, während derselbe bei den höheren Thieren Eine zusammenhängende Masse darstellt. Gestützt hierauf hat Gegenbaur den Satz aufgestellt, dass die Wirbelsäule der Selachier höher stehe, als die der Knochenfische, in welcher Hinsicht ich mir jedoch die Bemerkung erlauben muss, dass die knorpelige Wirbelsäule in der gesammten Entwickelungsreihe der Wirbelsäule eben doch nur ein primordiales Stadium ist, während die knöcherne Wirbelsäule den vollendeten Zustand darstellt. Ebenso wenig als ein knorpeliges Cranium und wenn es auch noch so ausgebildet ist, höher steht als ein knöcherner Schädel, scheint mir eine knorpelige Wirbelsäule ausgebildeter genannt werden zu dürfen, als eine, die aus Knochen besteht. Am deutlichsten zeigen dies, wie mir scheint, die Teleostier und Knochenganoiden selbst, indem dieselben an den unausgebildeten Theilen ihrer Wirbelsäule im Schwanze nach meinen Untersuchungen bei gewissen Gattungen ganz ausgebildete knorpelige Umhüllungen der Chorda dorsalis entwickeln. — So viel gebe ich übrigens Gegenbaur zu, dass die knorpelige Wirbelsäule der Selachier in ihren entwickelten Formen bei weitem die vollkommenste der primordialen Wirbelsäulen ist und Bildungen erreicht, die unbedingt höher stehen als die einfacheren Formen der höhern Entwickelungsreihe der knöchernen Wirbelsäulen.

Zum Schlusse stelle ich nun noch die Hauptmerkmale der Wirbelsäule bei den verschiedenen Abtheilungen der höheren Thiere zusammen.

1. *Cylostomen.*

Eigentliche Chordascheide sehr entwickelt meist mit drei besonderen Lagen, Chorda nicht eingeschnürt. Aeussere skelettbildende Schicht ohne Andeutung von Wirbelkörpern, aber mit knorpeligen Wirbelbogen.

2. *Selachier.*

Eigentliche Chordascheide zart. Aeussere Chordascheide sehr entwickelt, eine unpaare Axe darstellend, an welche die Bogen sich ansetzen. Im primordialen

Zustande ist die Wirbelsäule ein mächtiger Knorpelstrang mit Wirbelabtheilungen in der äussern Chordascheide. Bei ausgebildetern Formen liefert die äussere Chordascheide die Doppelkegel der Wirbel, zu denen dann noch Umhüllungen von den Bogen und Periostablagerungen sich gesellen. Aechter Knochen und osteoide Substanz fehlen ganz und bestehen auch die am meisten erhärteteten Wirbel nur aus verschiedenen Formen von verkalktem Knorpel und verkalkter Bindesubstanz. Chorda selbst bald zusammenhängend, bald in einzelne Stücke zerfallen, im letzteren Falle durch die Wucherungen der Chordascheide verdrängt.

3. *Teleostier und Ganoiden.*

Eigentliche Chordascheide entwickelt, zum Theil aus drei Lagen bestehend. Aeussere Chordascheide fehlt. Im primordialen Zustande besteht die Wirbelsäule nur aus der Chorda sammt der eigentlichen Scheide und den Knorpelbogen (Ganoidei chondrostei), zu welchen Theilen sich noch ein zusammenhängendes Knorpelrohr um die Chorda gesellen kann (Ende der Wirbelsäule gewisser Gattungen). Bei der Verknöcherung, die immer vorzugsweise durch osteoide Substanz oder Knochen geschieht, entsteht der Wirbelkörper 1) durch Ossification der eigentlichen Chordascheide, 2) durch Periostablagerungen an der äussern Seite desselben und 3) in gewissen Fällen auch durch Ossification einer intervertebral stärker entwickelten Lage von Bindegewebe oder Faserkorpel, die der äussern skelettbildenden Schicht angehört. Die Chorda ist meist zusammenhängend, selten in der Mitte verdrängt, was immer durch directe Ossification derselben vom periostalen Doppelkegel aus geschieht.

4. *Sirenoiden.*

Eigentliche Chordascheide zart. Aeussere Chordascheide mächtig ohne Wirbelabtheilungen. Bogen aus ächtem Knochen bestehend.

5. *Amphibien, Reptilien zum Theil.*

Eigentliche Chordascheide mässig entwickelt. Aeussere Chordascheide nur bei einigen angedeutet, nirgends so scharf abgegrenzt wie bei den Selachiern. Aeussere skelettbildende Lage meist nur intervertebral stärker entwickelt und verknorpelt, weshalb die Wirbelkörper vorzüglich aus Periostablagerungen sich aufbauen, doch kann 1) auch der intervertebrale Knorpel an ihrer Bildung sich betheiligen und 2) auch der vertebrale Theil der äusseren skelettbildenden Schicht zu einem unpaaren Ringe wie bei

den Selachiern verkalken, welche beiden Bildungen jedoch schliesslich wenigstens zum Theil ächtem Knochen Platz machen. Chorda zum Theil erhalten, zum Theil eingeschnürt und verschwunden, wobei sie intervertebral durch den wuchernden Knorpel, vertebral durch die Verknöcherung verdrängt wird.

6. *Reptilien zum Theil, Vögel, Säuger.*

Eigentliche Chordascheide zart. Aeussere Chordascheide fehlt. Primordial Wirbelsaule vertebral und intervertebral mächtig entwickelt und am ersteren Orte verknorpelt unter Verdrängung der Chorda. Verknöcherung erst durch Knorpelknochen und periostale Ablagerungen, von denen der erste bald auch in ächten Knochen übergeführt wird.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. I. Ginglymostoma. 1. Schwanzwirbel. 2. Vorderer Wirbel. Vergr. 3½ mal. *a* Perichondrium *b* obere knorpelige Bogen mit einer Verkalkung bei *b'*, *c* untere Knorpelbogen.

Fig. II. Querschnitt durch den vordersten Theil der Wirbelsäule von Rhinobatus granulatus. 12 mal vergr. *a* äussere Scheide der Chorda aus hyalinem Knorpel bestehend mit dem verkalkten Reste der Chordagallerte in der Mitte, *bb* Knorpel, *cc* Rinde von Knorpelknochen.

Fig. III. Querschnitt durch die Mitte eines Wirbels von Lamna cornubica in natürlicher Grösse. *a* Chordaler Doppelkegel mit verkalktem Knorpel in der Mitte desselben, *b b' b''* stark verkalkte Speichen oder Blätter der vier periostalen keilförmigen Massen, *c* obere, *c'* untere Bogen, *dd* Wurzeln dieser Bogen, die wohl an frischen Wirbeln ganz aus Knorpel bestehen und keine Höhlung enthalten, *e* keilförmige Massen von weicherem verkalktem Faserknorpel.

Fig. IV. Ein Stück der Schwanzwirbelsäule von Oxyrhina gomphodon in natürlicher Grösse. *a* Wirbelkörper, *b* untere Bogen und Dornen, *c* obere Bogen, *d* Schaltknorpel, *e* besondere knorpelige Dornen.

Fig. V. Querschnitt durch die Mitte eines Schwanzwirbels von Oxyrhina. 2 mal vergr. *a*, *b* knorpelige Bogen, *c* faserknorpelige Theile der periostalen Kegel.

Fig. VI. Ein Stück der Schwanzwirbelsäule von Odontaspis in natürlicher Grösse. Buchstaben wie in Fig. IV.

Fig. VII. Querschnitt durch die Mitte eines Schwanzwirbels von Odontaspis, um ⅓ vergrössert.

Fig. VIII. Ein Stück der Schwanzwirbelsäule von Carcharodon Rondeletii in natürlicher Grösse. Buchstaben wie in Fig. IV.

Fig. IX. Mittlerer Querschnitt eines Schwanzwirbels von Carcharodon in natürlicher Grösse. Die Mitte Knorpelknochen mit undeutlichen Resten der Chorda.

Fig. X. Ein Theil eines periostalen Keiles eines Wirbels von Selache in natürlicher Grösse zur Darstellung der innern concentrischen Lamellen und der sie durchsetzenden Lücken. *a* Randtheile des Doppelkegels des Wirbels.

Fig. XI. Vorderstes Ende der Chorda eines Salmo umbla von 10''' Länge, etwa 50 mal vergrössert *a* Chordascheide (innere Scheide), *b* Halbringe der chordalen Wirbelkörper, *c* Chordagallerte von der Scheide abstehend, *d* Schädeltheil der Chorda mit einer halbrinnenförmigen Ossification der Scheide

Fig. XII. Querschnitt eines vorderen Wirbels eines Salmo umbla von 10''' Länge, 100 mal vergrossert. *a* obere Knorpelbogen mit einer verkalkten Rindenschicht bei *a'*; *b* untere Knorpelbogen mit oberflächlicher Verkalkung, *c* Ossification der Chordascheide (chordaler Wirbelkörper in Form eines Halbringes), *d* nicht verknöcherter Theil der Scheide.

Fig. XIII. Wirbel eines 2″ langen Chondrostoma nasus in der Seitenansicht, vergrössert. *a* chordaler Wirbelkörper, *b* äussere Periostablagerung.

Fig. XIV. Längsschnitt durch die Wirbelsäule einer Forelle von 11″ vergrössert. *aa* periostaler Doppelkegel des Wirbels, *b b* äussere periostale Ablagerungen auf denselben in Form eines schwammigen fettreichen Knochengewebes, *c* chordaler Doppelkegel (Ossification der eigentlichen Chordascheide), *dd* Chordagallerte, *ee* mit Serum gefullte Hohlen in derselben, *f* Septum der Gallerte, *g* Verbindungsstränge der Septa, *h* Elastica interna, *i* Faserlage der Chordascheide zwischen je zwei Wirbeln in Form eines Ringbandes (Lig. intervert. internum) mächtig entwickelt, *k* Elastica externa, *l* Lig. intervertebrale externum, *m* Periost der Wirbelkörper.

Fig. XV. Die Gegend der Lig. intervertebralia der vorigen Figur, 100 mal vergrössert. Buchstaben wie in Fig. XIV. *o* zufällig entstandener Zwischenraum zwischen der Elastica interna und dem Lig. intervert. internum, *c′* Wachsthumsrand des chordalen Doppelkegels.

Fig. XVI. Längsschnitt durch einen Wirbel eines Aales, vergrössert. Buchstaben wie in Fig. XIV. *m* Periost der Wirbelfacetten übergehend in *m′* den innern Theil des Lig. intervert. externum, *g* Axenstrang in der Chorda, die keine Höhlungen und kein Septum enthält.

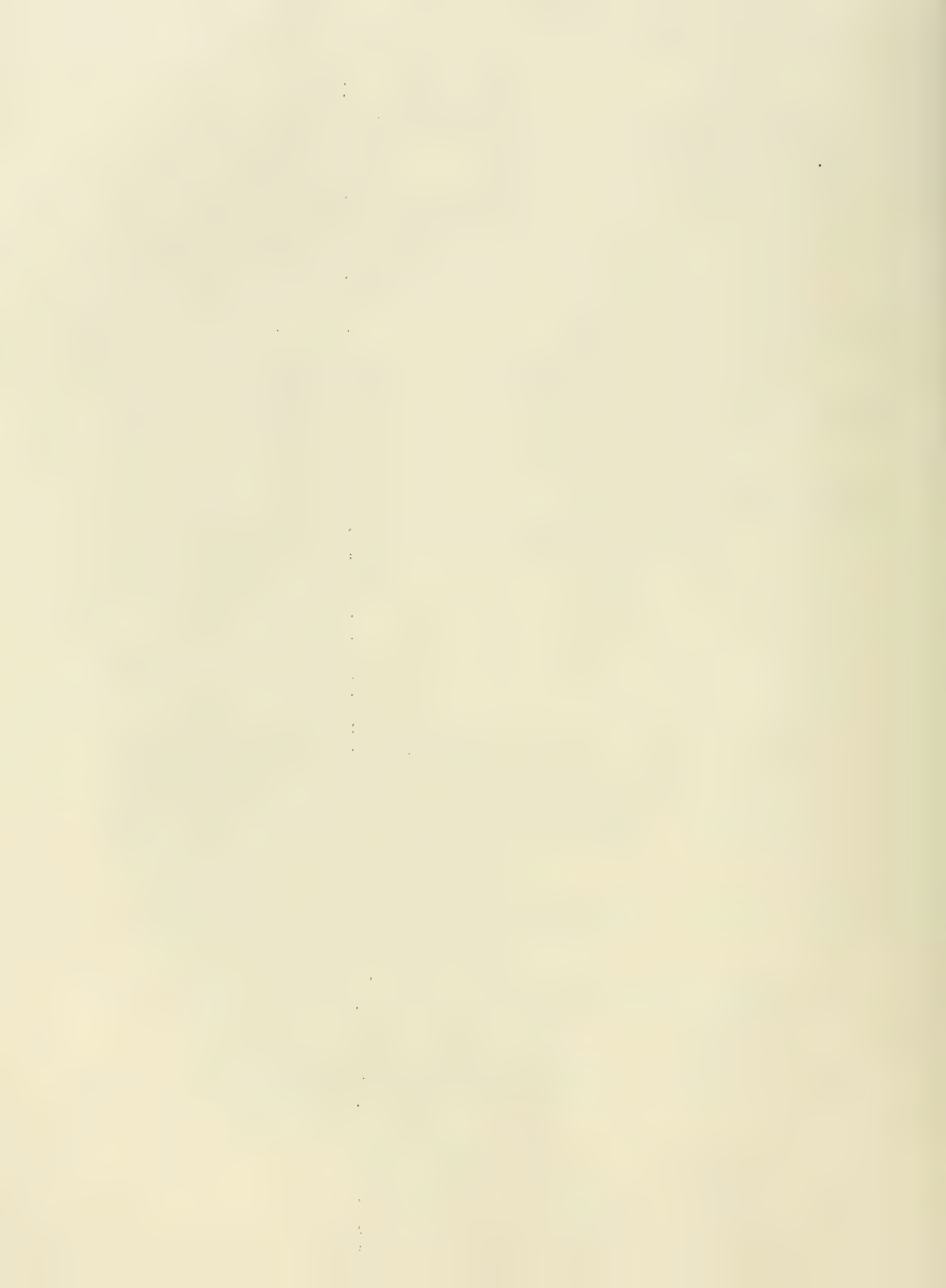
Fig. XVII. Querschnitt durch die Mitte eines vorderen Schwanzwirbels von Amia, etwa 11 mal vergröss. *a* obere und *b* untere knorpelige Bogen. Der ganze Wirbel besteht aus schwammiger Substanz (die hellen Stellen sind Knochenbalken, die dunklen Flecken Mark), an der man vier periostale Keile *dddd* und ein von den Bogen abstammendes Kreuz (*cccc*), ausserdem die verknöcherte Chorda *e* in der Mitte unterscheidet.

Fig. XVIII. Längsschnitt durch einen Wirbel von Amia vergrössert. *aa* Lage von Knorpelknochen an den Wirbelfacetten.

Fig. XIX. Ein Theil eines solchen Schnittes stärker vergrössert. *a* Knorpelknochen der Wirbelfacetten *b* ächter Knochen des Innern.

Fig. XX. Wirbel von Polypterus im senkrechten Längsschnitte durch die Mitte mit Salzsäure behandelt etwa 11 mal vergrössert. *a* in ächten Knochen umgewandelte Chorda, *bb* verkalkte Theile der Chorda, *cc* weiche Chordagallerte. Der Wirbel selbst enthält viele grosse Markräume *ddd* und Gefässkanäle.

Fig. XXI. Ein Theil der Mitte eines Wirbels von Polypterus im Querschnitte 100 mal vergröss. *a* verkalkte Chordascheide, *bb* in ächten Knochen mit Gefässkanälen umgewandelte Chordagallerte.



Zur Kenntniss des Körperbaues schwarzer Eunuchen.

Ein Beitrag zur Ethnographie Afrika's

von

A. Ecker.

Tafel XVIII bis XXIII.

Vor einigen Jahren erhielt ich von dem in Cairo verstorbenen Prof. Theodor Bilharz das Becken eines schwarzen Eunuchen zum Geschenk. Nach dessen Tode überliess mir Hr. Dr. Alfons Bilharz das vollkommne Scelet eines solchen, das er von seinem Bruder während eines Besuchs in Cairo erhalten hatte. Dazu kam noch der Schädel eines schwarzen Verschnittenen, welchen unsre Universität mit mehreren anderen Schädeln aus der Verlassenschaft des Verstorbenen von dessen Familie acquirirte. Alle diese Objekte befinden sich gegenwärtig in der anthropologischen Abtheilung unseres anatomischen Museums.

Ueber das Verhalten der Beckenorgane bei derart Verstümmelten haben wir durch den einen der obengenannten Brüder [1]) sorgfältige Untersuchungen erhalten und zwar die einzigen, die überhaupt an Eunuchen der Negerrasse angestellt worden sind. Dupuytren [2]) hatte den innern Genitalapparat und den Kehlkopf eines in der Jugend castrirten Europäers beschrieben und Gruber [3]) die gleichen Theile von einem Manne, der schon in früher Jugend der Castration und Amputation des Penis unterworfen worden war. Dass das letztgenannte Organ bei den Verschnittenen der Negerrasse stets mit entfernt ist, hatten schon frühere Reisende mitgetheilt und Bilharz hat es durch

---

1) Alfons Bilharz descript. anat. organ. genit. eunuchi aethiopis diss. inaug. Berolin. 1859 — und Siebold u. Kolliker's Zeitschrift. X. Bd. S. 281.

2) Bulletin de la soc. philom. vol. II. 195.

3) Muller's Archiv 1847. S. 463.

die Untersuchung mehrer Individuen bestätigt und die früheren Beobachtungen darüber zusammengestellt[4]).

Ueber die sonstige Körperbeschaffenheit des Eunuchen haben wir, soviel mir bekannt, keinerlei anatomische Untersuchungen und selbst über das äussere Ansehen derselben stimmen die Angaben der Reisenden keineswegs überein. Einer der neusten Schriftsteller über den Orient, A. v. Kremer[5]) äussert sich über dieselben folgendermassen: „Eigenthümlich und widerlich ist die äussere Erscheinung des Eunuchen; die Gestalt ist meistens hager und eckig, das Gesicht in die Länge verzerrt. Immer ist die Entwickelung des Körpers mehr oder minder verkümmert. Gang und Bewegung des Eunuchen haben etwas Schlaffes und Weibisches.“ — White[6]) sagt dagegen, die Nubier und andere Neger würden bald abschreckend dick und missgestaltet, während die Abyssinier angenehme Gesichtsbildungen und gute Figuren haben. Dr. Alfons Bilharz erzählte mir noch kürzlich, dass die Eunuchen, die er gesehen, lauter ungewöhnlich lange Gestalten von übrigens schlechter Haltung gewesen seien.

Bei diesen mangelhaften und zum Theil widersprechenden Angaben ist es wohl nicht ohne Interesse, den Sceletbau eines schwarzen Eunuchen etwas genauer zu erforschen und ich ergreife gerne die Gelegenheit, die sich mir durch die hundertjährige Gedächtnissfeier der Dr. Senckenbergischen Stiftung darbietet, um das Resultat dieser Untersuchung in Wort und Bild zur Kenntniss der Fachgenossen zu bringen. Ich verhehle mir hiebei keineswegs, dass aus einem oder zwei Fallen sich noch kein sicherer Schluss ziehen lässt, glaube aber andrerseits, dass bei der Seltenheit des Materials eine vollständige Zurückhaltung auch nicht am Platze wäre.

---

[4]) l. c. S. 282. Den an dieser Stelle erwähnten Beobachtungen kann ich noch die von Ferriol beifügen (Wahrhafte Abbildung etc. des türkischen Hofs etc A. d. Franz Nürnberg 1719. 4⁰.), der auch erwähnt, dass den schwarzen Eunuchen alles was männlich ist hart am Bauche (à fleur de ventre) weggenommen ist, so dass sie sich beim Uriniren eines Röhrchens bedienen müssen, während die weissen Verschnittenen nur einfach castrirt seien.

[5]) Aegypten, Forschungen über Land und Volk. Leipz. 1863. II. S. 89.

[6]) Häusl. Leben und Sitten der Türken. Deutsch v. Alfred Reumont. Berlin, 1845. II. 152.

I. Beschreibung des Scelets eines schwarzen Eunuchen.

(Tab. XXI. Fig. 1. — Tab. XVIII. — Tab XXII. Fig. 1. 2. — Tab. XXIII. Fig. 1. 2.)

An dem Scelete fehlte nur das Brustbein, das ich bei der Aufstellung durch ein anderes ersetzte.

1. Messung des Scelets[7]).

	Cent.
1. Totalhöhe	183,0
(= 6′ 1″ bad.)	
2. Wirbelsäule.	
Höhe der ganzen Wirbelsäule	74,0
„ „ Halswirbelsäule	9,4
„ „ Brust	21,6
„ „ Lenden	15,9
Summe der Höhe der Körper aller wahren Wirbel ohne Knorpelscheiben	46,9
Rechnet man dazu weiter $\frac{1}{4}$ für die Gesammthöhe der Knorpelscheiben	15,6
so erhält man für die Höhe der Säule der wahren Wirbel im frischen Zustande	62,4
Dazu die Höhe des Kreuzbeins	11,6
S.	74,0
3. Extremitäten.	
A. Obere.	
1. Die ganze Länge der oberen Extremität vom Caput humeri bis zur Spitze des Mittelfingers beträgt	86,7
2. Länge des Humerus	36,4
3. Länge des Radius vom Ellenbogen bis zum Handgelenk	30,0
4. Länge der Ulna von der Spitze des Olecranon bis zur Spitze des Proc. styloideus	32,2
5. Länge der Hand von der höchsten Wölbung des Os lunatum bis zur Spitze des Mittelfingers	20,3
6. Weitere Maasse an der Hand wurden genommen und betrugen:	
a. von der Wölbung des Os lunatum bis zur Spitze des Ringfingers	19,2
b. von der Wölbung des Os naviculare bis zur Spitze des Zeigefingers	18,2
c. Länge des Carpus v. der oberen Gelenkfläche des Os lunatum bis zur untern des Os capitat.	2,9
d. von da bis zur Spitze des Mittelfingers	17,4
7. Schulterblatt.	
a. Höhe vom obern innern zum untern Winkel	15,6
b. Breite von der Gelenkfläche bis zum Ende der Spina	10,8
8. Schlüsselbein.	
Länge	15,5
B. Untere.	
1. ganze Länge	106,7
2. Länge des Os femoris vom höchsten Punkt des Caput fem. bis zum tiefsten des Condylus int.	55,6
3. Länge der Tibia von der Eminentia intercondyloidea bis zur Spitze des Malleolus internus	47,0
4. Länge der Fibula	44,3

[7]) Sämmtliche Maasse sind in Centimetern angegeben.

Cent.

5. Von der Spitze des Malleolus internus bis zum Fussboden 4,1

S. 106,7

6. Länge des Fusses:

A. von der hinteren Länge des Fersenbeines:

a. bis zur Spitze der grossen Zehe . . . 24,1
b. bis zur Spitze der 2. Zehe 25,0

B. Länge des Mittelfusses:

a. des Os metatarsi I. 7,0
b. „ „ „ II. 8,6

7. Breite des Fusses zwischen Os metatarsi V. und Os cuneiforme I. 6,4

4. Becken.

a. Durchmesser des Eingangs
gerader 10,8
querer 12,3
schräger 12,4
b. Durchmesser der Höhle
gerader 10,6
querer 10,6
c. Durchmesser des Ausgangs
gerader constanter 11,6
gerader 10,2
querer 10,4
d. Distanz der beiden Spinae ilei ant. sup. . 21,0
e. ganze Höhe des Kreuzbeins 11,6
f. Breite des Kreuzbeins
1. an der Linea arcuata 10,4

Cent.

2. in der Mitte des 2. Wirbels 8,6
3. „ „ „ „ 3. „ 7,7
4. „ „ „ „ 4. „ 6,8
g. höchste Höhe des Beckens
1. des ganzen Beckens von der Crista ilei bis zum Tuber ischii 20,3
2. des kleinen Beckens von der Eminentia ileopectinea zum Tuber ischii 9,7

5. Kopf[8]).

a. Längen
1. grösste Länge 17,4
2. verticaler Bogen 34,5
Sehne desselben 10,3
Stirnbogen 12,0
Scheitelbogen 12,0
Hinterhauptbogen 10,5
b. Höhen
1. einfache Höhe 13,5
2. aufrechte Höhe 14,3
c. Breiten
1. grösste Breite 13,0
2. Stirnbreite
a. geringste 9,4
b. grösste 11,0
3. Scheitelbreite 13,0
4. Hinterhauptbreite 11,4
d. Horizontale Circumferenz 48,5
e. Gesicht
Länge 13,2
Breite 13,5

2. Das eben in seinen Maassverhältnissen geschilderte Scelet ist das eines noch jungen Mannes, wie auch aus dem Verhalten der Epiphysen etc. auf das Deutlichste hervorgeht.

An der Wirbelsäule belegen die Körper der Hals- und Brustwirbel noch Epiphysen-Scheiben, die der Lendenwirbel nicht. An den Querfortsätzen der Brustwirbel

[8]) Die Maasse sind im Allgemeinen die von der Göttinger Anthropologen-Versammlung adoptirten. Vgl. u. Crania Germaniae merid. occ. Freib. 1863.

und ebenso hin und wieder an den Proc. accessoriis der Lendenwirbel sind die Spitzen noch abgetrennt. Der Kopf des Humerus ist eine noch vollständig unvereinigte Epiphyse, vom Radius und der Ulna sind es die untern Gelenkenden, vom Os metacarpi pollicis das obere, von den übrigen Ossa metacarpi die unteren Gelenkenden. Am Os femoris befinden sich sowohl das untere Gelenkende als die beiden Trochanteren, an der Tibia und Fibula beide Gelenkenden in diesem Zustande. Am Becken sind die Nähte zwischen den Körpern des Sitz- und Schambeins und dem Darmbein noch nicht ganz verwischt. Tuber ischii und Crista ilei haben noch Knochenansätze. Am Schädel ist die Synchondrosis sphoeno-basilaris noch unverknöchert.

3. Weitere, nicht vom Alter abhängige erwähnenswerthe Verhältnisse dieses Scelets sind folgende:

A. An der obern Extremität. Das Schulterblatt ist im Verhältniss zur Länge der Extremität klein und von einer mehr weiblichen Form. Das Schlüsselbein ist dünn, gracil. An der Stelle der Fossa olecrani und Fossa cubitalis anterior des Os humeri findet sich ein querovales Loch mit abgerundeten Rändern; der Knochen ist im Uebrigen in der Umgebung dieser Stelle keineswegs besonders dünn, so dass an einem Durchbruch durch Usur gar nicht zu denken ist. Es kann dies daher nur, wenn nicht eine Rassen-, doch eine individuelle Eigenthümlichkeit sein. Für erstere Annahme spricht das Vorkommen eines ähnlichen Lochs an mehreren Sceleten von Australiern.

B. Besonders erwähnenswerth sind die Verhältnisse des Beckens. Es geht aus der beigefügten Tabelle[9]), so wie aus der Abbildung (Taf. XVIII.) hervor, dass das Becken, verglichen mit dem eines unverstümmelten jungen Negers (sich mehr der weiblichen Form nähert und ganz besonders gilt dies von der Form und den Durchmessern des Beckenausgangs. Es sollen diese Verhältnisse weiter unten bei Beschreibung des zweiten Eunuchen-Beckens im Zusammenhang erörtert werden.

C. Der Schädel ist ziemlich prognath, die Stirn niedrig und zurückweichend, das Hinterhaupt sehr prominent.

D. Was schliesslich das Scelet im Ganzen und seine Proportionen betrifft, so ist die Grösse desselben von 183 Cent. an und für sich schon eine sehr beträchtliche, sie erscheint aber durch die relativ ungemein beträchtliche Länge der Gliedmaassen

---

[9]) S. unten S. 111.

noch auffallender. Dabei ist das ganze Scelet gracil, die Knochen nicht stark. Die Totalhöhe des Scelets beträgt 183 Cent., die Länge der Arme 86,7, die der Beine 106,7; es verhalt sich also die Totalhöhe zur Lange der oberen Extremität = 100 : 47,37, zur Länge der untern = 100 : 58,30. Vergleichen wir damit die Maasse des Scelets[11]) eines verstümmelten jungen Negers von 151,5 Totalhöhe, so beträgt bei diesem die Länge der oberen Extremität 69,1, die der untern 79,2, bei einem jungen Europäer von 164 Totalhohe erstere 69,7, letztere 88,6; es verhält sich also bei diesem Neger die Totalhöhe zur Lange der oberen Extremität = 100 : 45,6 zur Länge der unteren = 100 : 52,2, beim Europaer = 100 : 42 und 100 : 54.

	Totalhöhe,	Armlänge,	Beinlänge
		in Metern.	
Eunuche	1,830	0,867	1,067
	= 100	: 47,37	: 58,30
Neger	1,515	0,691	0,792
	= 100	: 45,6	: 52,2
Europäer	1,640	0,697	0.886
	= 100	: 42,5	: 54,0

Im Verhaltniss zur Totalhöhe sind hiernach beide Extremitaten am langsten beim Eunuchen und zwar ist das Plus zu Gunsten der Extremitaten nicht unbeträchtlich. Wahrend aber sonst beim Neger die obere Extremitat im Verhaltniss zur Totalhohe länger, die untere aber kürzer ist als beim Europäer (vergl. vorstehende Tabelle) sind hier beide Extremitäten länger als beim Europäer.

Was die einzelnen Abtheilungen der Extremitaten betrifft, so ist an der oberen bei einer Totallänge von 86,7 der Humerus 36,4, der Vorderarm 30,3. die Hand 20,3 lang. Das Verhalten der einzelnen Abtheilungen im Vergleich zu denen des oben erwähnten Negerscelets und eines europaischen ist in folgender Tabelle zusammengestellt.

---

[10]) Beschrieben in: Berichte der naturf. Gesellsch. zu Freiburg. Bd. II. S. 2.

Relat. Länge der Abtheilungen des Arms
in Centimetern.

	Länge des ganzen Arms.	Oberarm.	Vorderarm.	Hand.
Eunuche	86,7	36,4	30,0	20,3
	= 100	: 41,9	: 34,6	: 23,4
Neger	69,1	28,5	25,6	17,0
	= 100	: 41,2	: 37,0	: 24,6
Europäer	69,7	31,3	23,3	16,7
	= 100	: 44,3	: 33,4	: 23,9

Hiernach ist also bei beiden Negern, dem unverstümmelten wie dem Eunuchen, der Vorderarm im Verhaltniss zum Oberarm länger als beim Europäer; an ersterem ist aber das Plus zu Gunsten des Vorderarms bedeutender, obgleich die Gesammtlänge der obern Extremität im Verhältniss zur Körperhöhe beim Eunuchen grösser ist.

An der untern Extremitat beträgt die Länge des ganzen Beins 106,7, die des Femur 55,6, der Tibia 47,0.

Relat. Länge der Abtheilungen des Beins
in Centimetern.

	Gesammtlänge.	Oberschenkel.	Unterschenkel.	Fuss.
Eunuche	106,7	55,6	47,0	25,0
	= 100	: 52,1	: 44,0	: 23,4
Neger	79,2	39,9	34,7	20,5
	= 100	: 50,3	: 43,8	: 25,8
Europäer	88,6	44,9	37,9	20,7
	= 100	: 50,6	: 42,7	: 23,3

Es erhellt hieraus, dass der Oberschenkel im Verhältniss zum Unterschenkel länger ist als sonst beim Neger, der Fuss relativ zur ganzen Extremität kürzer; es sind also die eigentlichen Negercharaktere weniger scharf ausgesprochen. Die dritte Zehe ist die längste.

In wie weit die ungewöhnlich hohe Statur und die langen Extremitäten auf Rechnung der Castration zu schreiben sind, darüber wage ich keine Muthmassung. Dass nach

Bilharz solche hohe Gestalten bei Eunuchen sehr gewöhnlich sind, wurde oben schon erwähnt. Auch frühere Beobachter, wie ich soeben sehe, z. B. Withof[11]), erwähnen, dass in früher Jugend Castrirte leicht eine ungewöhnlich hohe Statur erreichen. Aehnliches beobachtet man ja auch beim Rinde; der Stier gelangt wohl nie zu der Grösse, welche Ochsen bisweilen erreichen. Andrerseits ist jedoch nicht ausser Acht zu lassen, dass einzelne Stämme Nordostafrikas, wie z. B. die Denga's oder Dinka's, sich durch besonders hohe Statur und lange Gliedmassen auszeichnen sollen. Hartmann[12]) sagt von denselben: „Man denke sich durchgängig beinahe 6′ hohe dürre, aber doch trefflich gewachsene Kerle, die ebenholzschwarzen Spinnenglieder völlig unbekleidet. — Der Körperbau dieser Dengua konnte trotz aller Magerkeit vollendet genannt werden. Kein Knochen war verbildet, das ganze Gerüst zeigte an diesen blendendschwarzen Statuen die schönsten Proportionen. Die Brust war breit und gewölbt, die Hände und Füsse klein, die Knöchel zart. — Der hinten stark gewölbte, in den Scheitelbeinen und dem Hinterhaupte besonders entwickelte Schädel hatte etwas Thierartiges und wurde dies noch erhöht durch das vorgezogene Antlitz, dessen Camperscher Winkel spitzer denn bei Berâbra und Juny ist. Die Stirne war flach, gleich der des Panthers, die Nase sanft gebogen oder gerade.“ — In dieser Schilderung ist Manches, was auf unser Scelet passt, einmal die hohe Statur von 6′ und dabei die ziemlich kleinen Hände und Füsse (die Hand verhält sich zum ganzen Arm beim Eunuchen-Scelet = 23,4 : 100, beim Neger-Scelet = 24,6 : 100, der Fuss zum ganzen Bein bei ersterem = 23,4 : 100, bei letzterem = 25,8 : 100).

Wenn Hartmann von „Spinnengliedern“ spricht, so muss ihm doch jedenfalls eine ungewöhnliche Länge der Extremitäten aufgefallen sein, obgleich er nachher sagt, dass das Gerüst die schönsten Proportionen zeige. Auch was da von dem Schädel gesagt ist, passt sehr gut auf den unsern, an dem die Stirne sehr flach, das Hinterhaupt sehr prominirend ist. Der Eingangs erwähnte zweite Eunuchen-Schädel[13]) unserer Sammlung entspricht dem Schädel des Eunuchen-Scelets so vollkommen, dass kein Zweifel ist, dass beide demselben Stamme angehören. Es erhellt dies aus einer

---

[11]) Withof, de castratis comment. quatuor. Duisburg 1756.

[12]) Reise des Freih. A. v. Barnim durch Nord-Ost-Afrika Berlin 1863. S. 547.

[13]) Der Schädel ist der eines noch jungen Mannes, die Synchondrosis-sphoeno-basilaris noch offen; die Stirn ist schmal und zurückweichend, das Hinterhaupt sehr prominirend, die Nasenöffnung schmal, die Nasenwurzel flach.

Vergleichung der Abbildungen auf Taf. XXII u. XXIII. auf das Deutlichste, ebenso wie aus der hier unten folgenden Tabelle. Dass der Neger, dessen Scelet im Vorigen beschrieben ist, dem Stamme der Denga angehört habe, dafür spricht auch die Angabe von A. von Kremer[14]), dass der Stamm der Dinka's einen nicht unbeträchtlichen Theil der Negersklaven Aegyptens liefere. Dessenungeachtet bin ich weit entfernt, dies für mehr als eine Vermuthung auszugeben, wie ich ausdrücklich bemerke[15]).

Schädelmaasse der beiden Eunuchen-Schädel in Centimetern.

	Längen						Höhen.		Breiten					Horizont. Circumferenz.
										Stirnbreite				
	grösste.	vertic. Bogen.	Sehne desselben.	Stirnbogen.	Scheitelbog.	Hinterhpt.-Bogen.	einfach.	aufrecht.	grösste.	kleinste	grösste	Scheitel-breite.	Hinterhpt.-breite.	
I. Schädel des Eunuchen - Scelets.	17,4	34,5	10,3	12,0	12,0	10,5	13,5	14,3	13,0	9,4	11,0	13,0	11,4	48,4
II. Einzelner Eunuchen - Schädel.	17,1	35,0	10,3	11,2	13,0	11,0	13,8	14,6	12,8	9,2	10,5	13,0	11,5	48,0

II. Becken eines schwarzen Eunuchen.

(Tab. XX und Tab. XXI Fig. 2.)

Es ist dies das Becken desselben Individuums, dessen Urogenitalorgane Dr. Alfons Bilharz in seiner oben erwähnten Inaugural-Dissertation[16]) beschrieben hat. Dasselbe gehörte einem jungen Manne von ca. 20—25 Jahren an.

Die Durchmesser des Beckens sind die folgenden:

a) Durchmesser des Eingangs:

1) gerader 10,0
2) querer 11,2
3) schräger 11,4

b) Durchmesser der Höhle:

4) gerader 11,2
5) querer 9,6

---

14) Aegypten l. c. II. S. 87.

15) In dem eben erschienenen XI. Ergänzungsheft der Petermann'schen Mittheilungen finden sich auch Angaben von v. Heuglin über die „himmellangen" Gestalten der Dinka's und die 6—7′ hohen „Stelzengestalten" der Nuër's.

16) Sieb. u. Köll. Zeitschrift. Bd. X. S. 291.

c) Durchmesser des Ausgangs:

6) gerader constanter 10,5
7) querer 9,8
8) Entfernung der Spinae ischii von einander 8,9

d) Breite des Kreuzbeins:

1) an der Lin. arcuata 8,5
2) am 2. Wirbel. 7,0
3) „ 3. „ 8,1
4) „ 4. „ 6,5

e) Höhe des Kreuzbeins sammt dem Steissbein 14,0

f) Distanz der beiden Spinae ilei anteriores superiores 21,0

g) Höhe des ganzen Beckens von der Crista ilei bis zum Tuber ischii 20,5

h) Höhe des kleinen Beckens von der Eminentia ileopectinea zum Tuber ischii 9,7

Vergleichen wir dieses Becken mit dem eines jungen unverstümmelten Negers (Tab. XIX.)[17]) von ungefähr gleichem Alter, so erscheint dasselbe, besonders in Bezug auf zwei Punkte, davon abweichend. Einmal ist das Kreuzbein ungewöhnlich schmal. Dasselbe hat an der Linica arcuata 8,5, an der Stelle des 2. Wirbelkörpers aber nur 7,0, an der Stelle des 3ten 8,1 im Querdurchmesser. Es findet sich also (vgl. Tab. XXI. Fig. 2) an der Stelle des 3. Kreuzbeinwirbels eine auffallende Verschmalerung, eine Art Einschnürung. Auffallend ist ferner, dass der dieser eingeschnürten Stelle anliegende Theil des Darmbeins, d. i. die Umgebung der Spina posterior inferior[18]) verdickt erscheint, als wie wenn dadurch der durch Verschmalerung des Kreuzbeins entstandene leere Raum hätte sollen ausgefullt werden. Der zweite Punkt, in welchem sich dieses Becken von dem des unverstummelten Negers unterscheidet, ist das Verhalten der Durchmesser. Diese nähern sich entschieden den weiblichen und insbesondere gilt dies von den Durchmessern des Beckenausgangs, wie dies aus der Vergleichung der Abbildungen und aus der nachfolgenden Tabelle am Deutlichsten erhellt. Die Entfernung der Tubera ischii beträgt bei dem normalen männlichen Negerbecken 7,0, hier dagegen 8,9. Der Schambeinwinkel ist dort von exquisit männlicher Form, hier viel mehr der weiblichen sich nähernd.

In Bezug auf diesen 2. Punkt, den weiblichen Charakter des Beckens, verhält sich das unter I. beschriebene Becken des Eunuchen-Scelets in ganz ähnlicher Weise, wie ein Blick auf die Abbildung (Tab. XVIII.) zeigt, dagegen fehlt an diesem die am andern vorhandene auffallende Verschmälerung des Kreuzbeins.

---

[17]) Es ist dies das Becken des Neger-Scelets, welches ich in den „Berichten der Freiburger naturf. Gesellschaft Bd. II. S. 2 näher beschrieben habe.

[18]) Fig. 4. i.

Becken-Durchmesser in Centimetern.

	Durchmesser des Eingangs			Durchm. der Höhle.		Durchmesser des Ausgangs			Breite des Kreuzbeins			Höhe des Kreuzbeins.	Höhe des kl. Beckens.	Höhe des ganzen Beckens.	Distanz der Spin. ilei ant. sup.
	gerader.	querer.	schräger.	gerader.	querer.	constanter gerader.	gerader	querer.	an der Lin. arc.	am 2. Wirbel.	am 3. Wirbel.				
I. Becken des Eunuchen-Scel.	10,8	12,3	12,4	10,6	10,6	11,6	10,2	10,4	10,4	8,6	7,7	11,6	9,7	20,5	21,0
II. Einzelnes Eunuchen-Beck.	10,0	11,2	11,4	11,2	9,6	10,5	9,5	10,0	8,5	7,0	8,1	9,3	10,0	20,3	20,5
III. Becken des Negers.	9,0	9,4	9,9	9,0	7,0	9,8	7,5	7,0	8,3	7,2	7,0	7,8	8,3	17,5	19,0

Dass sowohl diese als der weibliche Charakter des Beckens Folge der frühzeitigen Entmannnng sind, ist wohl keinem Zweifel unterworfen. Dass in früher Jugend Castirte mehr weibliche Formen bekommen und insbesondere sich auch durch breite Huften auszeichnen sollen, wird haufig behauptet. Anatomische Beobachtungen, vergleichende Messungen über das Verhalten der betreffenden Scelettheile konnte ich jedoch nirgends auffinden. Ja meine sichere Hoffnung, wenigstens über das anatomische Verhaltniss der Becken- und Kreuzgegend bei castrirten und nicht castrirten Thieren genaue Angaben zu finden, wurde nicht einmal erfüllt. Jedermann weiss, dass der Stier vom Ochsen in seinem äussern Habitus und u. a. auch in der Conformation der Kreuzgegend merklich abweicht. Diese Gegend ist beim Stier relativ schmäler und es muss in der Bildung der betr. Sceletheile dieser Unterschied ausgesprochen sein. Die Werke, die mir zu Gebote standen, enthielten keinerlei Angaben hierüber und so wandte ich mich an einen Forscher, der eher als andere im Stande sein konnte, über diesen Punkt Erfahrungen gemacht zu haben, an Herrn v. Nathusius auf Hundisburg bei Magdeburg. Derselbe war so freundlich mir auf meine Anfrage Folgendes zu erwidern:

„Die Frage nach Verschiedenheit der Beckenform bei castrirten Thieren hat mich oft beschäftigt, aber ein Resultat habe ich nicht. Es wird hin und wieder in Schriften über das „Exterieur“ des Pferdes davon gesprochen, dass die Beckengegend beim Wallach anders sei als beim Hengst und in Bezug auf die äussere Erscheinung ist wohl etwas Wahres daran; exacte Beobachtungen oder gar comparative Messungen

an mehreren Individuen, aus denen ein wahrscheinlich richtiger Durchschnitt gezogen werden könnte, sind mir nicht bekannt, auch ist in keinem der mir bekannten thierärztlichen Museen, weder auf dem Continent noch in England, nur annähernd Material genug vorhanden, um zu einer klaren Einsicht zu kommen. Es ist sogar selten, wenn man ein Scelet findet, dessen Geschlecht notirt ist. Ich selbst bin zu keiner Ansicht darüber gekommen, habe aber allerdings auch nicht grosses Material für diese Specialität. Im Allgemeinen hört man ja oft, dass bei castrirten Menschen das Becken dem weiblichen ähnlich werde und ich selbst kenne zwei Castraten mit ganz auffallend breiten Hüften; beide hatten in frühster Jugend den Verlust erlitten. An Thieren konnte ich einen messbaren Unterschied zwischen dem männlichen Becken und dem der Castraten bisher nicht nachweisen. Literatur kenne ich nicht in Bezug darauf, habe aber noch einmal eine Menge Bücher durchgesehen, ohne Etwas zu finden."

Wodurch nun aber die mehr weibliche Form des Beckens in den beschriebenen Fällen zunächst bedingt worden sei, das ist allerdings nicht leicht zu sagen. Da Organe im Becken, wie die Samenbläschen, Prostata etc. in Folge der Castration an Volumen abnehmen, so müsste man als direkte Folge eher eine Verengerung der Höhle erwarten. Wir können daher wohl nur den wenig sagenden Schluss ziehen, dass diese weibliche Form eben ein Ausdruck der überhaupt bei den Castraten vorhandenen Hinneigung zum Typus des weiblichen Geschlechts sei. Anders verhält es sich mit der zweiten Eigenthümlichkeit der auffallenden Schmalheit des Kreuzbeins des zuletzt beschriebenen Beckens. Ist dieselbe in der That eine Folge der Castration, wie ich vermuthe, so wird vielleicht in der Rückbildung der obgenannten Beckenorgane oder selbst auch des gesammten Nervenapparats der männlichen Organe die nächste Ursache gesucht werden können. Gerade um diese Fragen zu entscheiden, wären sorgfältige vergleichende Untersuchungen an den Becken castrirter Thiere sehr von Werth und wenn diese Schrift weiter kein Resultat hat, als solche zu veranlassen, so ist ihr Erscheinen genugsam gerechtfertigt.

Erklärung der Abbildungen.

Tab. XVIII. Becken des auf Tab. XXI Fig. 1 abgebildeten Eunuchen-Scelets.

Tab. XIX. Becken eines jungen nicht entmannten Negers.

Tab. XX. Becken eines schwarzen Eunuchen.

Tab. XXI. Fig. 1 Scelet eines schwarzen Eunuchen. Fig. 2. Kreuzbein des auf Tab. XX abgebildeten Eunuchen-Beckens.

Tab. XXII. Fig. 1. 2. u. Tab. XXIII. Fig. 1. 2. Schädel des auf Tab. XXI. Fig. 1. abgebildeten Eunuchen-Scelets.

Tab. XXII. Fig. 3. 4. u. Tab. XXIII. Fig. 3. 4. Schädel eines zweiten schwarzen Eunuchen. Beide Schädel sind geometrisch aufgenommen und um die Hälfte verkleinert

Ueber

Regeneration der Wirbelsäule und des Rückenmarks bei Tritonen und Eidechsen.

Von

H. Müller,

d. Z. Vorsitzender der Physikalisch-Medicinischen Gesellschaft in Würzburg.

Tafel XXIV. XXV.

Die häufige und in sehr grosser Ausdehnung stattfindende Reproduction des verloren gegangenen Schwanzes bei Eidechsen ist eine Jedermann bekannte und gewiss vom physiologischen Standpunkt sogleich zu mancherlei Fragen anregende Thatsache.

Als ich vor längerer Zeit über den feineren Bau solcher nachgewachsener Schwänze mich unterrichten wollte, fand ich schliesslich nur bei Cuvier (Recherches sur les oss. foss.) eine kurze Beschreibung und die Bemerkung, dass eine genauere Untersuchung sehr interessant sein würde.

In der Sitzung der Physikalisch-medicinischen Gesellschaft (Verhandl. Bd. II. S. 66) durfte ich billig meine Verwunderung aussprechen, dass eine so bekannte und so gut empfohlene Sache so wenig beachtet worden sei, und theilte mit, was ich an einem ausgezeichneten Fall jener Wiedererzeugung gefunden hatte.

Ich hatte in Nizza eine Lacerta viridis erhalten, welche zwei Schwänze von bedeutender Länge übereinander besass, während sonst die 2—3fachen Schwänze nebeneinander zu liegen pflegen. Beide erwiesen sich als neugebildet, wie dies bei den mehrfachen Schwänzen in der Regel wenigstens der Fall zu sein scheint. Nach Js. Geoffroy St. Hilaire[1]) kann man sogar bei Eidechsen und besonders bei Salamandern die Vervielfältigung des Schwanzes willkürlich hervorbringen, wenn man das Ende des Stumpfs in zwei oder mehrere Lappen theilt und diese getrennt hält bis die Vernarbung von jedem geschehen ist.

---

[1]) Histoire des anomalies Th. I. p. 644 u. 735. Dort findet sich auch nach Otto, Patholog. Anatomie, die Angabe, dass an den neugebildeten Wirbeln meistens die Apophysen fehlen.

Das Resultat der mikroskopischen Untersuchung ging nun an den reproducirten Schwänzen dahin, dass an das Ende der ursprünglichen Wirbelsäule sich ein Knorpelrohr anfügt, welches, nächst der innern und der äussern Oberfläche verkalkt, eine weiche Masse einschliesst. Die Natur der letzteren war nicht genau festgestellt. Die Anordnung im Ganzen aber schien mir eine grosse Analogie zu haben mit der Anlage der Wirbelsäule um die Chorda dorsalis.

Dieser Vergleich des neugebildeten Strangs mit einer Chorda wurde später von zwei Seiten in ähnlicher Art wiederholt.

A. Müller[2]) äussert sich: „Der Glaskörper der Chorda kann endlich auch wahrer Knorpel sein, wie ich am reproducirten Salamanderschwanz sah, wo sein Gewebe andern Knorpeln völlig gleicht. An den Knorpelfaden der Chorda setzten sich obere und untere Knorpelstrahlen nach dem Typus der embryonalen Entwicklung.“

Leydig[3]) aber sagt: „Mitten durch die regenerirte Schwanzspitze (einer Eidechse) zog ein weisslicher Streifen, einer Chorda dorsalis vergleichbar, bestand aber nicht aus den grossen Zellen der Chordasubstanz der Fische und Batrachier, sondern aus kleinen spindelförmigen, eng aneinander liegenden Zellen.“

Mittlerweile hatten mich selbst weitere Untersuchungen belehrt, dass jenes Knorpelrohr nicht eine Chorda einschliesst, sondern einen seinerseits hohlen Strang, der aus dem Rückenmark hervorwächst. Hiemit war natürlich die ganze Auffassung des Strangs verändert. Was aber an Interesse verloren wurde dadurch, dass ein epigonales Aequivalent der Chorda nicht mehr angenommen werden konnte, kam ein durch den Nachweis einer Regeneration an einem Organ von so grosser Dignität wie das Rückenmark. Diese Beobachtungen wurden theils in der Physikalisch-medicinischen Gesellschaft, theils auf der Naturforscherversammlung in Bonn vorgetragen.[4])

Später scheint nur Gegenbaur[5]) über die Sache etwas veröffentlicht zu haben. Seine Untersuchungen an Eidechsen führten ihn zu einem Resultat, welches mit dem von mir mitgetheilten fast völlig übereinstimmt. Auch nach ihm handelt es sich nicht um eine neugebildete Chorda, sondern die Wirbelsäule setzt sich in das Knorpelrohr, das Rückenmark in das Contentum des Centralkanals fort. Nur darin weicht Gegen-

---

[2]) Müller's Archiv 1853 S. 260.

[3]) Histologie 1857, S. 62.

[4]) Amtlicher Bericht für 1857 S. 198.

[5]) Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Wirbelsäule 1862.

baur ab, dass nach ihm eine Regeneration des Rückenmarks nicht statt hat, und das im Innern des Knorpelrohrs liegende Gewebe nichts mit dem Rückenmark direct zu schaffen hat. Denn die neugebildete, an das Rückenmark sich anschliessende Masse scheine nicht aus Elementartheilen des Rückenmarks zu bestehen und der Kanal im Knorpelrohr habe nirgends regelmässige Communicationen nach Aussen. Aehnlich wie bei Lacerta fand Gegenbaur das neugebildete Schwanzskelet bei Hemidactylus. Das Knorpelrohr ist dickwandiger nnd hat hier und da nach oben gehende Communicationskanäle.

Soweit die bisher vorliegenden Angaben. Ich will nun im Folgenden einige weitere Beobachtungen an regenerirten Schwänzen von Tritonen und Eidechsen mittheilen. Es kann dabei nicht meine Absicht sein den Gegenstand nach allen Richtungen zu verfolgen, welche der Aufmerksamkeit würdig wären. Denn es steckt in demselben u. A. eine ganze Entwickelungsgeschichte fast sämmtlicher Gewebe. Auch über das Aeusserliche des Regenerationshergangs, seine Schnelligkeit und Vollständigkeit je nach Zeit und Umstanden kann ich nicht sehr viel beibringen und tröste mich darüber mit der Aussicht, dass ein mit solcher, wenn man so sagen darf, physiologischer Zoologie unserer Amphibien ganz besonders vertrauter Beobachter, Prof. Bruch, darüber später Mittheilungen machen wird. Ich werde mich hier auf die Wirbelsäule und das Rückenmark beschranken, deren Wiedererzeugung an sich schon sehr merkwürdige Thatsachen liefert.

I. Tritonen.

Das Material der Untersuchung bestand aus Exemplaren von Triton täniatus und cristatus, denen der Schwanz nachwuchs, nachdem er abgeschnitten worden war. Bei dem kleinen Triton betrug das Regenerirte nach einigen Monaten in mehreren Fällen etwa 5 Mm. Bei dem grossen wuchs einmal in zwei Monaten ein Stück von 4 Mm.; bei einem andern in 3 Monaten 7 Mm., bei einem dritten in 8 Monaten 8 Mm. Ohne Zweifel tritt unter gunstigeren Umständen als die waren, deren sich diese Thiere erfreuten, die Reproduction in kürzerer Zeit und grösserer Ausdehnung ein, sowie eine längere Lebensdauer Manches noch mehr zur Entwickelung bringen würde.

a. *Wirbelsäule.*

Als Hauptresultat ist voranzustellen, dass sich eine *vollständige knorpelige Wirbelsäule entwickelt, welche aus einer Reihe von Körpern mit oberen und unteren Bogen besteht.*

Die Axe des regenerirten Wirbelsystems bildet ein continuirlicher Knorpelstrang, welcher sich unmittelbar an die Reihe der ursprünglichen Wirbelkörper anschliesst und am vorderen Ende die Dicke derselben erreicht. Bei zwei fast gleichen Exemplaren von Triton täniatus, wo an ein ursprüngliches Schwanzstück von 11—13 Mm. Länge sich ein neues von 5 Mm. anfügte, betrug die Dicke der letzten ursprünglichen Intervertebralknorpel 0,22—0,27 Mm., des in der Mitte eingeschnürten knöchernen Wirbels nur 0,18—0,2 und ebenso dick war der Anfang des neuen Knorpelstrangs. Nach hinten nimmt derselbe nur langsam an Dicke ab. Er ist im Allgemeinen rundlich. hier und da etwas herzförmig oder seitlich comprimirt.

Der grösste Theil des Axenstrangs ist in einzelne Wirbelkörper gegliedert, in einer Weise, welche sich viel näher an die Wirbelsäule der Embryonen höherer Wirbelthiere, als an die frühen Entwicklungsstadien der Tritonenwirbel anschliesst.

Es gliedern sich nämlich Wirbel und Intervertebralstellen durch die Form und Anordnung der Knorpelzellen sehr deutlich ab. s. Fig. 8 Tab. XXIV. Je in einem Wirbelkörper werden die Zellen mit ihren Höhlen grösser, blasig; je zwischen zwei Wirbeln sind sie senkrecht verlängert, aber von vorn nach hinten schmal, dabei so geordnet, dass ein senkrechter Längsdurchschnitt Züge zeigt, welche nach dem vorderen und hinteren Wirbel hin concav sind, von der Intervertebralebene aus sich nach den zwei Seiten auseinander wendend.

Am Anfangstheil des Regenerirten sind die Wirbel lang, die Intervertebralstellen kurz. Weiter nach hinten werden die Wirbel kürzer, und die Form der Knorpelzellen st nicht mehr so verschieden, indem sie auch in den Wirbelkörpern weniger blasig, mehr flach von vorn nach hinten sind. Allmählig verwischt sich auch die characteristische Anordnung immer mehr. Zuletzt wird der Strang kleinzellig, weicher und verliert nach und nach die Eigenthümlichkeit des Knorpels. Hier tritt dann erst eine raschere Abnahme in der Dicke des Stranges ein.

Es ist aus dem Gesagten ersichtlich, dass hier *von dem hinteren Ende her ein Nachwuchs sich allmählig vergrössernder Wirbel stattfindet,* in derselben Art, wie Knorpel auch sonst zu wachsen pflegen. Indem sich eine grössere Menge festerer

hyaliner Grundsubstanz bildet, wachsen die Zellen zuerst in einer Ebene (nach der Dicke des Knorpelstrangs). Durch Wachsthum in der Richtung der Axe des Strangs wird dann vorwiegend ein Längenwachsthum, hier die Bildung längerer Wirbelkörper vermittelt. Die Urquelle weiteren Wachsthums neuer Wirbel aber liegt in der kleinzelligen Masse am hintern Ende des Knorpelstrangs.

Diese Verhältnisse werden besonders an Längsschnitten deutlich. Querschnitte zeigen an der Gränze des Knorpels, wie sonst, schmalere, in der Mitte grösere, blasige Höhlen und Zellen.

An den Axenstrang schliessen sich nun *obere und untere Bogen*, *welche ebenfalls aus hyalinem Knorpel bestehen.* Dieselben gehen nicht durch Auswachsen des Axenstrangs hervor, sondern sind selbstständige Bildungen, indem sie aus einer weichen Masse verknorpeln, welche eine Höhle ober- und unterhalb des Axenstrangs umgab. Die Bogen erreichen mitunter den Axenstrang vollständiger als dies an den (der Intervertebralganglien wegen) gezeichneten Figg. 1 und 2 der Fall ist. Aber auch wo sie dicht anstossen, bleibt eine Gränze durch die Anordnung der Knorpelzellen sichtbar und an den meisten Stellen bleibt ein mehr oder weniger faseriger Zwischenraum zwischen Wirbelkörper und Bogen. [6])

In der Mittellinie sind in der Regel die rechten und linken Bogenhälften sowohl oben als unten continuirlich; nicht selten ist dort der Knorpel gerade besonders dick und etwas früher entwickelt als weiter gegen die Axe hin. Aber die Bogenhalften sind nicht in der ganzen Länge oben und unten geschlossen.

In der Regel sind die Bogen für die einzelnen Wirbel durch Zwischenräume getrennt, oft mit so grosser Regelmässigkeit als dies an einer normalen Wirbelsäule der Fall sein kann. (s. Fig. 8.)

Nicht selten aber sind doch die Bogen von etwas unregelmässiger Form, und zwar ist dies häufiger an den unteren und wieder an den vordersten Wirbeln besonders der Fall, an den letzteren wohl durch die stärkere Nachwirkung der Verletzung. Solche unregelmässige Auswüchse bilden nun hier und da Brücken von dem Bogen eines Wirbels zu dem des nächsten.

Diese Bogen treten später als die Wirbelkörper auf, wenn man vom Ende des

---

[6]) Fig. 4 ist nach dem Endtheil eines ursprünglichen Schwanzes gezeichnet, entspricht aber, mit Ausnahme der stärkeren Verkalkung des Knorpels, zum Verwechseln anderen Schnitten welche von reproducirten Schwänzeu angefertigt sind.

Schwanzes her untersucht, und die unteren nicht immer gleichzeitig mit den oberen. wiewohl hier meist wenig Unterschied ist.

Hingegen kommen bedeutende Verschiedenheiten in der Ausbildung des Scelets bei äusserlich sehr ähnlichen Exemplaren vor. Während bei den zwei erwähnten Exemplaren von Triton taniatus 1 Mm. von der Schwanzspitze schon schöne knorpelige Bogen vorhanden waren. traten dieselben bei einem dritten Exemplare bei welchem das Regenerirte ebenfalls gegen 5 Mm. betrug, erst 3 Mm. von der Schwanzspitze auf und bei Triton cristatus habe ich ähnliche Erfahrungen gemacht.

Bei den meisten der von mir untersuchten Tritonen kam die Wirbelsäule nicht über das knorpelige Stadium hinaus. Es ist aber damit offenbar die Entwickelung nicht abgeschlossen. Bei dem letztgenannten Triton taeniatus fand sich an dem vordersten Theil der regenerirten Wirbelsäule eine dünne *knöcherne Schale an der Oberfläche des Knorpels*, sowohl des Körpers, als der Bogen. Diese Knochenschale geht durch Verkalkung der an den eigentlichen Knorpel anstossenden Schicht hervor, welche ein unvollkommen osteoides Gewebe. mit zackigen Zellen darstellt. Was zunächst hervorgeht, ist demnach auch kein exquisites. lamellöses Knochengewebe im engern Sinne des Wortes. Die Schale kann zu einer gewissen Zeit auch so dünn sein, dass sie gar keine Zellen einschliesst. Eine Markraumbildung wurde am neuen Wirbelkörper dadurch angebahnt, dass von der knöchernen Schale einzelne Bälkchen in die umgebende weiche Substanz ausgingen, wie dies bei der normalen Entwicklung der Tritonwirbel und, ähnlich, bei den periostalen Knochenbildungen überhaupt stattfindet. Eine stärkere Entwicklung der genannten osteoiden Gränzschicht des Knorpels, mit zackigen Höhlen, kam auch bei einem zweiten Exemplar, sowie bei Triton cristatus vor, jedoch ohne dass sie durch stärkere Verkalkung zu einer knöchernen Schale wurde: immerhin mochte eine grössere Lichtbrechung derselben vielleicht auf beginnende Verkalkung zu schieben sein.

Während also Knochenbildung durch Auflagerung auf die Aussenfläche des Knorpels an der neugebildeten Wirbelsäule vorkommen kann, habe ich eine Umwandlung des neuen Knorpels in Mark durch nachträgliche Auflösung der Grundsubstanz noch nicht beobachtet. vielleicht jedoch nur wegen zu kurzen Bestehens der reproducirten Theile.

Es musste nun wohl die Verschiedenheit der neugebildeten Wirbelkörper von den normalen,[7]) und die Erfahrungen welche insbesondere Kolliker über die Eigenthüm-

[7]) Siehe Gegenbaur, a. a. O.

lichkeiten des Endes der Wirbelsäule bei vielen Fischen gemacht hat, dazu auffordern. das Ende des normalen Tritonschwanzes zu untersuchen.

Dabei zeigte sich in der That, dass bei unseren drei Tritonarten *die Wirbelsäule nicht mit einem knöchernen Wirbel endigt, sondern in einen knorpeligen Strang ausläuft.* Die regenerirte Wirbelsäule schliesst sich in vielen Beziehungen an dieses abweichende Ende der normalen Wirbelsäule an.

Zur Untersuchung dienen, bequemer, successive Querschnitte, oder, vollständiger aber schwieriger, Längsschnitte des Schwanzendes.

Bei Triton igneus folgte auf einen knöchernen, markhaltigen Wirbel von 0,4 Länge, durch eine Intervertebralstelle geschieden, ein Wirbel aus verkalktem Knorpel, 0,185 Mm. lang 0,125 hoch, mit einem schwach entwickelten Bogen. Hierauf kam, mit plötzlichem Absatz, eine Strecke von 0,075 Länge und Höhe, wo die Knorpelzellen senkrecht verlängert waren, wiewohl nicht so stark als an andern Intervertebralstellen. Die Partie hatte aber die grösste Aehnlichkeit mit der eigenthümlich stark eingeschnürten hinteren Partie des Intervertebralknorpels an den vorderen Schwanzwirbeln, welche schon von der Knochenschale des nächsten knöchernen Wirbels umschlossen, aber durch einen ringförmigen Hohlraum davon geschieden wird. Dann nahm der Knorpel nochmal auf eine Strecke von 0,04 Mm. einen Durchmesser von 0,11 an, wurde grossblasiger und glänzender, (wahrscheinlich etwas verkalkt), um dann in einen Strang überzugehen, der sich ohne scharfe Gränze in reiches kleinzelliges Gewebe verlor. Fig. 7, zeigt einen Querschnitt in dieser Gegend, welcher mit dem Querschnitt des regnerirten Schwanzes Fig. 6 fast identisch ist.

Bei Triton cristatus zeigte sich eine noch grössere Zahl rudimentärer, bloss knorpeliger Schwanzwirbel, indem auf den letzten knöchernen Wirbel 4 Abschnitte folgten, wo der Körper bloss aus verkalktem Knorpel bestand, an Grösse und Entwicklung immer abnehmend, (der erste 0,36 lang, der letzte 0,1 Mm.) durch wenig ausgeprägte Intervertebralknorpel getrennt. Endlich ging ein Strang aus unvollkommenem Knorpel noch 0,25 Mm. weit in das weiche Schwanzende. Auch knorpelige Bogen sind vorhanden an den vorderen der knorpeligen Wirbelkörper.

Bei Triton taeniatus ergaben Querschnitte, von hinten anfangend, als erste Andeutung der Wirbelsäule einen hellen Fleck aus unentwickeltem Knorpel. Nachdem dieser dicker geworden und mehr differenzirt ist, tritt rechts und links ein Stück einer Knochenschale auf, (s. Fig. 3.) welche alsbald zu einem Ring zusammenfliessen, anfänglich ohne eingeschlossene Knochenkörper. Dann erst verkalkt der Knorpel im Innern.

zugleich treten obere und untere knorpelige Bogen auf, welche alsbald ebenfalls von einer Knochenkruste umgeben werden, und zwar sowohl an ihrer äusseren als inneren Oberfläche. Diese Kruste ist der des Körpers continuirlich. (s. Fig. 4.) Hier sind nun die äusserst zierlichen Querschnitte denen der regenerirten Schwänze vollkommen ähnlich, mit Ausnahme der stärkeren Verkalkung. Indem der Knorpel schwindet, tritt dann ein markhaltiger Wirbel von bekannter Formation auf.

Die untersuchten Tritonen waren erwachsen, doch kann ich bestimmte Grösseangaben nicht machen. Es ist sogar wahrscheinlich, dass dieselben noch eines gewissen Wachsthums des Schwanzes fähig gewesen wären. Aber wohl darf man als sicher annehmen, dass die unvollkommenen Schwanzwirbel und der Knorpelfaden sich nie mehr in ächte knöcherne Wirbel verwandelt hätten.

Es besitzen also die Tritonen bleibend ein eigenthümlich gebautes Schwanzende.

Natürlich erhebt sich die Frage nach dem Verhältniss zur Chorda. Ich habe von derselben hier nichts gesehen, wiewohl ihre Reste in den Intervertebralstellen der vorderen Schwanzwirbel sowohl an Quer- als an Längs-Schnitten leicht zu sehen sind. Ist die Chorda im Schwanzende innerhalb des Knorpels spurlos verschwunden, oder hat sie sich selbst in den Knorpelstrang umgewandelt? Im letzten Fall würde die Auffassung von A. Müller, welcher letzteren bei den regenerirten Schwänzen mit einer Chorda verglich, etwas für sich haben. Es ist aber nicht wohl anzunehmen, da sich der Knorpelstrang des normalen Schwanzendes an den Intervertebralknorpel anschliesst, hinten diffus in eine weiche Masse ausgeht, und der so sehr ähnliche regenerirte Knorpelstrang sicher nicht aus der eigentlichen Chorda entstand.

Hingegen muss die nicht unwichtige Frage entstehen, ob nicht eine Anzahl von Wirbeln, wenn auch rudimentären, aus dem hintern Ende der skeletbildenden Schicht hervorgehen können, durch welches nie die Chorda hindurchgegangen war. Diese Frage hatte sich mir schon früher aufgedrängt, gelegentlich der Untersuchung der Schwänze an Säugethierembryonen, allein das Material reichte nicht zur Sicherstellung hin. und bei Tritonen ist eine solche auch nur (u. A. durch Zählungen der Wirbel) bei Larven zu erwarten. Der etwaige Nachweis von Wirbeln, welche sich aus einem Strang abgliedern unabhängig von der Chorda, würde auch für die Auffassung der Gliederung an dem vordern Ende der Wirbelsäule nicht ohne Einfluss sein.

Bei Froschlarven kommt übrigens eine sehr vollkommene Regeneration der Chorda vor, wenn man den Schwanz abschneidet.

b. Rückenmark.

Wenn man das Rückenmark in dem ursprünglichen Schwanz von Tritonen auf Querschnitten verfolgt, so findet man dasselbe bis weit hinter in der bekannten charakteristischen Anordnung. Um einen Kanal her liegt im Innern eine blasse, zellige Masse, während eine peripherische Zone von den Querschnitten longitudinaler Nervenfasern eingenommen wird. Gegen das hintere Ende verlieren sich die letztern allmählig und es bleibt zuletzt nur der Kanal mit seiner nächsten Umgebung übrig: radiär gestellte, etwas cylindrische Zellen, an welche sich mehr oder weniger deutlich noch eine Lage kleiner rundlicher Zellen anschliesst.

Dieses Filum terminale von 0,045 Mm. Durchmesser tritt in Querschnitten, welche man vom hinteren Ende her macht, fast zugleich mit dem hellen Fleck auf, welcher aus unentwickeltem Knorpel bestehend, das rudimentäre Ende der Wirbelsäule bezeichnet. Erst merklich später treten knorpelige Bogen auf; *es geht also das Rückenmark über die eigentlichen Wirbel, insbesondere über den Wirbelkanal hinaus.* Die skeletbildende Schicht ist wenigstens nicht zu der Bildung von Knorpel oder Knochen gekommen, es ist aber anfänglich nicht einmal eine eigene fibröse Lage als von dem umgebenden pigmentirten Gewebe abgegränzte Wand des Raums für das Rückenmark zu erkennen.

In regenerirten Schwänzen zeigt sich nun, wenn man Querschnitte von rückwärts her macht, genau dieselbe Bildung. *Ein Filum mit radiär um ein Lumen gestellten Zellen tritt ziemlich zugleich mit dem Knorpelfaden, vor den Bogen auf.* Ein Blick auf Fig. 7, welche den Querschnitt eines ursprünglichen Schwanzendes von Triton igneus darstellt und Fig. 6, welche den regenerirten Schwanz von Triton cristatus zeigt, genügt, die vollständige Uebereinstimmung darzulegen.

Weiter nach vorn geht nun aus diesem Filum ein Rückenmark hervor, welches der ursprünglichen fast vollständig gleich ist, nur etwas weniger stark und regelmässig entwickelt (s. Fig. 1. Tab. XXIV.).

Der Kanal liegt sowohl bei Triton taeniatus als cristatus sehr excentrisch nach der Bauchseite. Um ihn her stehen radial Zellen von schwach cylindrischer Form, welche von rundlich-polygonalen, blassen Zellen umgeben werden. An der untern Seite erreichen die Cylinderzellen die Oberfläche des Rückenmarks unmittelbar oder es liegt nur eine Reihe anderer Zellen darüber. An der Seite wird die Zahl der letzteren

immer grösser und nach oben, wohin die Entfernung vom Kanal aus am grössten ist, liegen deren etwa 6 Reihen, so dass sie auch dort an die Oberfläche stossen. Die Grösse der Zellen, welche den Kern eng umgeben, ist 0,0075 bis 0,01 Mm. Die dunkle Zone aussen herum ist nicht so stark als beim ursprünglichen Rückenmark und bloss an den Seiten vorhanden, da die Zellen der inneren, blassen Substanz in der oberen und unteren Mittellinie die Oberfläche erreichen. Die dunkeln Punkte auf dem Querschnitt der äussern Zone werden, wie im ursprünglichen Rückenmark, nachweislich durch Querschnitte von Fasern erzeugt, welche den Charakter feiner Nervenfasern haben.

Der Durchmesser des regenerirten Rückenmarks betrug bei Triton taeniatus mit 5 Mm. Neubildung etwa 0,125 Mm. am Anfang derselben. Höher oben in dem ursprünglichen Schwanztheil desselben Thieres war sie allerdings 0,27 Mm., allein in dem hinteren, dünneren Theil ursprünglicher Schwänze beträgt sie auch nur 0,1 Mm., wo das Rückenmark bereits vollkommen mit seinen Substanzen entwickelt ist.

Man darf also den neugebildeten Strang, welcher die Höhle der oberen Wirbelbogen füllt, mit Recht als ein wirkliches Rückenmark ansprechen. Denn, wenn die histologischen Elemente klein und wenig deutlich sind, so ist dies an dem ursprünglichen Rückenmark fast in derselben Weise der Fall.

Für die Vollkommenheit der Neubildung des gesammten Wirbelsystems ist nun noch ein Punkt bezeichnend.

Der regenerirte Schwanztheil enthält jederseits eine Reihe von Spinalganglien.

Diese werden von Zellenhaufen dargestellt, welche an der Basis der oberen Bogen, zwischen und neben denselben liegen. Weit hinten sind die Zellen an Zahl und Differenzirung von den übrigen der Umgebung schwach entwickelt. Weiter vorn aber werden sie unverkennbar. Sie sind durch einen grossen, bläschenförmigen Kern von 0,01 bis 0,125 Mm. ausgezeichnet, um welchen die schwach polyedrische Zelle ziemlich eng anliegt. Ihre Bedeutung wird durch den Vergleich mit den Ganglien des ursprünglichen Schwanzes festgestellt. Diese sind hier ziemlich gross (0,1 Mm. und darüber), so dass je ein Paar zusammen häufig der Grösse des Rückenmarks gleichkommt. Die regenerirten Ganglien dagegegen erreichten bei Triton taeniatus nur die Hälfte jener Grösse[8]). Lage und Zusammensetzung ist aber dieselbe, nur dass die Zellen und Kerne der ursprünglichen Ganglien etwas grösser sind. Doppelte Nerven-

---

[8]) Bei Triton cristatus wurden die vordersten etwas grösser. Auch für die einzelnen Zellen gilt dies bei dem ältesten Exemplar, wo auch von dem Ganglion ausgehende Nervenstämmchen zu erkennen waren.

wurzeln konnte ich an den regenerirten Stücken nicht sehen, wie an dem ursprünglichen Rückenmark, wohl aber einen zellig-streifigen Strang vom Rückenmark zu den Ganglien. Da die Umgebung sehr dicht anlag, ist vielleicht in günstigeren Fällen auch diese wichtige Eigenthümlichkeit zu finden.

Bei dem unmittelbaren Uebergang des alten Rückenmarkes in das neu erzeugte ist es wahrscheinlich, dass letzteres durch Vermehrung der Elemente des ersteren herausgewachsen ist. Doch habe ich hierüber noch keine sichern Beobachtungen machen können. Hingegen muss offenbar *das Wachsthum des einmal angelegten Rückenmarkes als ein sehr kräftiges* bezeichnet werden. Hiefür spricht, dass dasselbe so weit in das Schwanzende hinaus ragt, und dass es den Kanal der Wirbelbogen sehr vollständig ausfullt. Auch hierin gleicht der neu erzeugte Schwanz dem hintern Ende des ursprünglichen, während weiter vorn mehr Raum zwischen Rückenmark und Wirbelkanal bleibt. Beide Stellen schliessen sich an das Verhalten von Embryonen an, wo die Centraltheile des Nervensystems in früher Zeit gross gegenüber ihren Umgebungen sind.

Das durch den Verlust des Schwanzes hervorgerufene Auswachsen, oder die Wucherung des Rückenmarks führt nun in manchen Fällen zu *Zuständen, welche sich von der einfachen Regeneration entfernen und zuletzt entschieden pathologisch zu nennen sind,* sofern überhaupt eine solche Scheidung zulässig ist.

Ein Triton cristatus hatte in 8—9 Monaten 8 Mm. neuen Schwanzes erzeugt. Die Wirbelsäule verhielt sich ganz wie oben dargestellt ist. Auch das Rückenmark sowie die Intervertebralganglien fehlten nicht; aber eine Anzahl Querschnitte nahe am Anfang des Regenerirten zeigte im Rückenmark *3 Kanäle, jeden von den radiär gestellten Zellen umgeben* (s. Fig. 2 Tab. XXIV.). Aussenher lag, den Wirbelkanal völlig füllend, eine trübe Masse, in der Fasern nicht mit völliger Sicherheit zu erkennen waren. Weiter hinten war der Kanal wieder einfach auf dem Querschnitt. Dies, sowie die schiefe Richtung der 3 Kanäle an den Durchschnittsstellen, endlich Längenschnitte, sprach dafür, dass es sich nicht um eine Theilung des Kanals, sondern um starke *Windungen* desselben handelt, wobei das Rückenmark sich je an den weiteren Stellen des Wirbelkanals streckenweise angeschwollen zeigte. Dieser eigenthümliche Befund muss wohl auf ein unverhältnissmässiges Wachsthum des Rückenmarkes, besonders in seinem mittlern Theil, bezogen werden.

Zwei Exemplare von Triton taeniatus, wo der Schwanz nur als ein 1½ und 1¾ Mm. langes Spitzchen nachgewachsen war, zeigten stärkere Abweichungen. In beiden war nur ein dünner Faden unentwickelten Knorpels, ohne Bogen, zu finden.

Ueber demselben lag in dem einem Fall eine Höhle, welche sich an den ursprünglichen Wirbelkanal anschloss, oben leer, d. h. mit Flüssigkeit gefüllt war, und das Rückenmark in dem Endtheil des ursprünglichen Schwanzes war trüb, dick und unregelmässig. In dem zweiten Fall war das Regenerirte grösstentheils von einer sehr weiten Höhle (0,45 hoch, 0,17 breit) eingenommen, welche eine zellige eiterartige Masse enthielt. Diese Höhle hatte sich hinten nach abwärts neben den rudimentären Knorpelfaden gedrängt (Fig. 5.); vorn kam sie ganz über denselben zu liegen und der Inhalt schloss sich unmittelbar an das Rückenmark än. Dieses war aber in der ganzen Länge des ursprünglichen Schwanzes verdickt und trüb, und die regelmässige Anordnung nicht zu erkennen. Es hatte hier offenbar ein entzündlicher Vorgang nicht nur die gewöhnliche Regeneration gestört, sondern weit hinauf das Rückenmark betroffen, ohne jedoch die Regeneration des Uebrigen ganz aufzuheben. Die Wand des Hohlraums in dem neugebildeten Stück enthielt ringsum Gruppen neugebildeter Muskelfasern.

II. Eidechsen.

Das verwendete Material bestand grösstentheils aus Eidechsen, welche mit bereits regenerirten Schwänzen eingefangen wurden. Die Länge des Regenerirten betrug bis zu 6 Cm.

Die bereits bekannte Haupteigenthümlichkeit des regenerirten Schwanzes besteht darin, dass derselbe *statt einer Wirbelsäule von einem Knorpelstrang durchzogen wird, dessen Höhle sich an die der ursprünglichen Wirbelsäule anschliesst.*

Wo die Regeneration bereits weiter vorgeschritten ist, hat das Knorpelrohr vorn etwa den Durchmesser der Schwanzwirbel, und verjüngt sich gegen das hintere Ende allmählig. Ueber den inneren Bau geben zunächst *Querschnitte* bequem Aufschluss, welche nebenbei, wenn man sie durch den ganzen gut erhärteten Schwanz anfertigt und färbt, zu den zierlichsten Objecten gehören, welche man sehen kann.

Das *Knorpelrohr* bildet an solchen Schnitten einen Ring, der an der inneren und äusseren Oberfläche mit einer Gränzschicht versehen ist, welche kleine verlängerte und concentrisch gegen die Axe liegende Körperchen hat, übrigens von sehr verschiedener Dicke vorkommt. Die mittlere, meist grösste Zone des Rings besteht dagegen aus grösseren meist scharf polygonalen Knorpelhöhlen mit hyaliner Zwischensubstanz. Da

diese nicht in Gruppen liegen, hat der Schnitt ein netzartiges Ansehen. Wo der grosszellige Knorpel in die Gränzschicht übergeht, also nahe der innern und äussern Oberflache, ist eine Verkalkung der Zwischensubstanz eingetreten, die meist homogen, nur in kleineren Strecken krümelig ist. Die Dicke der verkalkten Zone wechselt sehr. Am Anfang und gegen das Ende des Rohrs erreichen sich gewöhnlich beide Zonen, indem fleckweise auch der mittlere Theil des Knorpels verkalkt. Aber auch an andern Stellen kommt ein solches Durchgreifen der Verkalkung vor, und wo seitliche Oeffnungen an dem Rohr vorkommen, werden sie meist von einer Kalkkruste bekleidet, welche so die innere und die äussere Kalkzone in Verbindung setzt.

In Schwänzen, deren Regeneration noch weniger vorgeschritten ist, findet man das ganze Knorpelrohr aus kleinzelliger Substanz ohne Verkalkung gebildet, das Lumen desselben beträchtlich geringer, so dass es von dem als Rückenmark zu bezeichnenden Strang ganz ausgefüllt wird.

Die Querschnitte belehren ferner über die Form des Knorpelrohrs, welche oft nur beiläufig rundlich ist, und es ist hervorzuheben, dass besonders gegen das vordere Ende häufig Unregelmässigkeiten vorkommen, die damit zusammenhängen, dass dort der Beginn der Regeneration die grössten Schwierigkeiten zu überwinden hatte. Auch ein grosses Gefäss, welches nicht selten dort den Knorpel durchbohrt, oder eine Strecke in ihm verläuft, bedingt häufig eine Modification. Fast immer aber ist in derselben Gegend das Knorpelrohr unten merklich dicker, was durch den Anschluss an den stärkeren Wirbelkörper bedingt wird. So entsteht eine herzähnliche Form, welche schon an sehr jungen Objecten zu finden ist. Ist der Knorpel unten zugleich breiter, so erhält er bisweilen eine Furche, welche gegen die dort gelegenen Hauptgefässe gerichtet ist[9]).

Was ist nun der Inhalt des Knorpelrohrs? Bindegewebe, manchmal mit zierlichen sternförmigen Körperchen, Blutgefässe, ramificirte Pigmentzellen, an einzelnen Stellen Fettzellen, ausserdem aber insbesondere ein Strang, den ich nachher als Rückenmark weiter zu betrachten habe.

Vorerst muss *das vordere Ende des Knorpelrohrs in seinem Verhältniss zur ursprünglichen Wirbelsäule* festgestellt werden. Hier gibt ein guter medianer Längen-

---

[9]) Beispielsweise gebe ich einige Maasse von einem 5½ Cm. lang regenerirten Schwanz. Der Durchmesser eines der letzten Wirbelkörper betrug 0,32 Mm. Der Knorpel an seinem Anfang unten 0,45, oben 0,28, das Lumen 0,2. Ein Cm. weiterhin: Dicke des Knorpels 0,18—0,23; 3 Cm. vom Anfang: Dicke des Knorpels 0,14—0,18, Lumen 0,13; 4 Cm. vom Anfang: Dicke des Knorpels 0,135—0,16, Lumen 0,125; endlich 5 Mm. vom Ende: Dicke des Knorpels 0,09—0,12; Lumen 0,1 Mm.

schnitt die beste Auskunft (s. Fig. 2. Tab. XXV.). In allen von mir genau unterersuchten Fällen schloss sich das Knorpelrohr unmittelbar an ein stehen gebliebenes Stück eines knöchernen Wirbels an, und zwar unten an den Körper, oben an den Bogen.

Eine Vergleichung der weiter vorn gelegenen Wirbel zeigt, dass dies Stück nichts anderes ist, als die vordere (kleinere) Hälfte des Wirbels, welche nach Cuvier an den Schwanzwirbeln der Eidechsen durch eine Querspalte von der hinteren Hälfte getrennt ist. Gegenbaur hat gezeigt, dass diese Spalte durch einen tief durchgreifenden Markraum erzeugt wird. Um diese Spalte zu zeigen, ist in Fig. 2. Tab. XXV. der nächstvordere Wirbel mit aufgenommen. Diese Spalte bildet offenbar den Locus minoris resistentiae des Eidechsenschwanzes und ihre Anwesenheit bedingt ohne Zweifel zum Theil die bekannte Leichtigkeit der Abtrennung.

Vielleicht ist dafür, dass diese Trennung in der Regel durch die Querspalte des Wirbels zu gehen scheint, noch ein anderer Punkt bemerkenswerth. Es sind nämlich die Schwanzwirbel der Eidechsen wenigstens sehr häufig nicht durch Gelenke verbunden, sondern der Intervertebralknorpel verbindet je zwei Wirbel unmittelbar, ohne dass es zu der Bildung einer Höhle gekommen ist[10]). Auch hier also finden wir am Schwanze die Entwickelung oder die Differenzirung der Wirbelsäule weniger weit gediehen, als an andern Abschnitten.

Im Einzelnen ergeben sich nun folgende Verhältnisse des Anschlusses des neuen Knorpelrohrs an das alte Stück des Wirbelkörpers:

Der Knorpel ist in alle Unebenheiten des Knochens und seiner Markräume so eingelassen, dass beide in dem innigsten Zusammenhang stehen. Wahrscheinlich sind die Zellen des Markes sogar an seiner Production wesentlich betheiligt. Die innige Berührung verkalkenden Knorpels mit ächtem Knochen und Mark ist so häufig, dass sie nicht auffallen kann. Entsprechend der grösseren Dicke des Wirbelkörpers als des Bogens ist der Knorpel anfänglich unten beträchtlich dicker. Bei manchen, offenbar seit lange regenerirten Schwänzen tritt dann ein weiteres Stadium ein durch Bildung von Markräumen in dem verkalkten Knorpel und Entstehung neuer, ächter Knochensubstanz, welche namentlich die Oberfläche des Knorpels mitunter ziemlich weithin überzieht[11]).

---

[10]) Doch habe ich einmal auch eine Gelenkspalte an vorderen Schwanzwirbeln gefunden.

[11]) Ein Eidechsenschwanz, der offenbar erst ganz kürzlich abgebrochen war, zeigte eine halbkugelige Erhebung, die bereits von geschichteter Epidermis bekleidet war. Darunter befand sich eine lebhaft wuchernde Zellenmasse mit Blutgefässen, der Rückenmarkskanal erstreckte sich bis nahe unter die Haut, aber von dem Wirbel waren ausser dem verkalkten Intervertebralknorpel nur wenige Bälkchen des Körpers und Bogens übrig

So ist eine völlige Fusion des Anfangs des Knorpelrohrs mit dem Wirbel-Rest eingetreten und Querschnitte, welche nach Kenntniss des Längsschnitts sehr einfach zu deuten sind, werden ausserdem sehr leicht verwirrend; man kommt aus einem Knorpelrohr, in welchem Markräume auftreten und an welchem da und dort Knochenbeleg auftritt, so allmählig in einen völligen Wirbel hinein, dass man diesen leicht für ganz neugebildet halten könnte.

Die Querschnitte werden an der Uebergangsstelle ausserdem durch die Betheiligung der Bogen und Fortsätze complicirt. Ein Stück des oberen Bogens scheint in der Regel stehen zu bleiben, aber es ist dies sehr verschieden gross. Es hängt dies damit zusammen, dass, wie ich sehe, die Spalte im Bogen nicht regelmässig durchgeht. Wenn nun viel stehen geblieben ist, so bilden sich knorpelige Auswüchse, an denen wieder Verkalkung und Bildung von Knochensubstanz und Mark vorkommt. Dasselbe ist ganz gewöhnlich an dem unteren Bogen mit seinem Dorn der Fall (*i* Fig. 2.). Da er am Intervertebralknorpel haftet, so bleibt er stehen, und bildet einen Vorsprung, an den sich die oben genannten Vorgänge ebenfalls anschliessen, mehr oder weniger getrennt von dem Knorpelrohr.

Längsschnitte der Basis des Knorpelrohrs zeigen ferner die Caudalgefässe (von denen Fig. 2 bloss die Vene getroffen ist), deren Regeneration auch hier durch einen Plexus kleinerer Gefässe, von denen sich einzelne später erweitern, eingeleitet wird.

Vor Allem aber zeigen jene Schnitte *die Continuität des oben als Inhalt des Knorpelrohrs erwähnten Strangs mit dem Rückenmark.*

Das Rückenmark ändert im ursprünglichen Theil des Schwanzes seine Form, so dass es am vordern Theil eines Wirbels und Intervertebralknorpel breit aber niedrig wird, während es sonst eher rundlich-viereckig ist. Es erscheint also von oben gesehen an den erstgenannten Stellen knotig, auf dem senkrechten Längsschnitt aber je zwischen denselben.

Das am letzten Intervertebralknorpel bereits niedriger aussehende Rückenmark setzt sich nun, allmählig noch dünner werdend, sehr deutlich in das Innere des Knorpelrohrs fort, und zwar bis an das äusserste Ende desselben.

---

geblieben, welche in die junge Zellenmasse hineinragend, die deutlichsten Spuren der Resorption an sich trugen. Nach der ganzen Anordnung musste wohl der Wirbel an der gewöhnlichen Stelle abgebrochen, der stehengebliebene vordere Theil aber einer fast völligen Auflösung anheimgefallen sein. Wenn dies der gewöhnliche Hergang ist, würde allerdings auch das knöcherne Stück, welches das neue Knorpelrohr mit dem letzten Intervertebralknorpel zu verbinden pflegt, als fast ganz neugebildet anzusehen sein.

In diesem aus dem Rückenmark hervorwachsenden Strang sind nun nervöse Elemente mit Sicherheit nachzuweisen.

Der Bau desselben ist nämlich der folgende:

Im Innern zieht durchweg ein scharfbegränztes Lumen von etwa 0,01 Mm. hin, welches eine Fortsetzung des Rückenmarkskanals ist. Um das Lumen her stehen kleine Cylinderzellen, auf welche noch andere rundlich-polygonale Zellen nach aussen folgen. Ob die Cylinderzellen flimmern, kann ich nicht sagen, die erhärteten Präparate zeigen meist einen starken Saum, der im hintern Theil des Strangs sehr scharf zu sein pflegt, während er weit vorn öfters wie gekerbt aussieht. In dem hintern, dünnern Theil des Knorpelrohrs ist nichts weiter zu erkennen und der Strang misst im Ganzen dort nur 0,04 Mm. Der Querschnitt ist dem vom Ende des Rückenmarks bei den Tritonen ganz ähnlich; der Längsschnitt trifft oft weithin das Lumen, so dass man sehr scharfe Profilansichten erhält, welche weit hinten mitunter bloss eine einzige Lage von Zellen zeigen (Fig. 5. Tab. XXV.).

Weiter vorn aber ist in älteren Schwänzen um die cylindrischen Zellen her eine grössere Ansammlung von rundlich-polygonalen Zellen und eine peripherische Lage von Nervenfasern vorhanden.

Diese Anordnung ist am besten an Querschnitten zn erkennen, wobei sich ein Durchmesser des ganzen Stranges von 0,05—0,09 Mm. ergibt (Fig. 3. Tab. XXV.). Hier bilden die Zellen eine innere helle Zone, welche rings von einer dunkeln umgeben wird, jedoch ohne lineare Gränze. Die dunkle Zone besteht aus verschieden grossen dunkeln Punkten, welche durch eine helle Zwischensubstanz so in Bündel getheilt sind, dass eine radiäre, sectorenartige Anordnung entsteht. Die Punkte aber erweisen sich als Querschnitte von Fasern. Ich habe dieselben zwar noch nicht frisch gesehen, allein in der Flüssigkeit conservirt, welche ich für Augen anzuwenden pflege, haben sie vollkommen den Charakter feiner *markhaltiger Nervenfasern.* Ihr Durchmesser beträgt kaum über 0,0025 Mm., meist 0,001—2. Die Menge dieser Fasern, d. i. die Breite der äussern dunkeln Schicht des Strangs ist am vordern Theil des Schwanzes am grössten: nach hinten verlieren sie sich allmählig, doch sind sie in grösseren Schwänzen mehrere Cm. weit nachzuweisen.

Schwieriger sind die zelligen Elemente zu beurtheilen. Sie sind meist nur gegen 0,003—5 Mm. gross, und ihre nervöse Bedeutung lässt sich um so weniger erweisen, als eine entschiedene Trennung von den Cylinderzellen des Kanals nicht zu erkennen ist. Doch scheinen sie sich an Grösse, Lage und Ansehen vorn an die multipolaren

Zellen des ursprünglichen Marks allmählig anzuschliessen, und die Analogie des Tritonenschwanzes ist der Annahme ihrer nervösen Natur günstig.

Die Frage wäre zunächst durch physiologische Versuche zur Lösung zu bringen und ich habe seit längerer Zeit die sich bietende Gelegenheit benützt, zu sehen, *ob der regenerirte Schwanz für sich die Fähigkeit hat, Reflexe zu erzeugen.* In Verbindung mit dem ursprünglichen Rückenmark erweist sich der regenerirte Schwanz so empfindlich als der ursprüngliche, allein dies erklärt sich durch die denselben durchziehenden starken und histologisch, wie ich schon früher bemerkte, sehr vollkommen entwickelte Stämmchen dunkel-randiger Nervenfasern, welche von den peripherischen Nerven des Schwanzstummels ausgehen. Diese Fasern erreichen gegen 0,006 Mm. Dicke. Sie reichen auch aus, die automatischen Bewegungen zu erklären, welche der regenerirte Schwanz so gut macht, wie der ursprüngliche. Wenn man eine Eidechse decapitirt, so macht sie meist wenig Bewegungen: fährt man aber fort, stückweise das Rückenmark nach hinten wegzunehmen, so fängt der Schwanz an immer heftiger, hin- und herzuschlagen, und isolirte Stücke des Schwanzes thun dies auch. Der vordere Theil des Rückenmarks aber scheint ein Hinderniss für diese Bewegungen zu enthalten. Regenerirte Schwänze machen diese Bewegungen noch, wenn nur noch wenige Millimeter des ursprünglichen Schwanzes damit in Verbindung sind, hören aber auf, sowie man dieses kurze Stück entfernt. Es reicht also dasselbe aus, um diese Bewegungen in dem ganzen nach hinten folgenden Schwanz von 5 Cm. Länge zu bewirken.

Ebenso wie die automatischen Bewegungen hörten in 5 Fällen die Reflexbewegungen nach mechanischer Reizung auf, sobald das ursprüngliche Rückenmark entfernt war. Ein einziges Mal, an einer Eidechse, deren regnerirter Schwanz die bedeutende Länge von 6 Cm. erreichte, machte derselbe, unterhalb der Regenerationsgränze abgeschnitten, noch leise, aber deutliche Bewegungen, welche stärker zu werden schienen, wenn der Schwanz auf dem Rücken lag, und die Schnittfläche der Axe mit einer Nadel gereizt wurde. An dieser Eidechse zeigte später die anatomische Untersuchung allerdings eine sehr wohl entwickelte Fortsetzung des Rückenmarks in den regenerirten Theil, mit sehr starker Schicht dunkler Nervenfasern, aber Ganglienzellen waren auch nicht mit Entschiedenheit zu erkennen und so kann der Fall vorläufig kaum als beweisend gelten.

Es fehlt nämlich vor Allem der Nachweis, dass von dem regenerirten Rückenmarksstrang Nervenfasern zu den peripherischen Theilen gelangen können. Gegen-

baur hat hervorgehoben, dass das Knorpelrohr bei Eidechsen nirgends regelmässige Oeffnungen besitze. Es sind allerdings auch bei Eidechsen solche Oeffnungen da und dort, manchmal gar nicht selten vorhanden, allein sie sind in der That keineswegs regelmässig, gehn in mehreren Fällen wenigstens, wiewohl nicht immer, nach abwärts und man sieht Blutgefässe durch dieselben verlaufen. In einem einzigen Fall glaubte ich zwei Nervenfasern durch eine solche Oeffnung gehn zu sehen, doch war es nicht vollkommen sicher.

Es ist somit eine beträchtliche physiologische Wirksamkeit des neugebildeten Nervenstrangs zweifelhaft, aber die Möglichkeit eines gewissen Einflusses nicht ganz zu leugnen. Man könnte schliesslich daran denken, dass die neugebildete Masse bloss auf dem Umweg durch den erhaltenen Theil des ursprünglichen Rückenmarkes wirksam wäre, im andern Fall aber, ob nicht das hintere Stück des ursprünglichen Rückenmarkes eine Veränderung dadurch erfährt, dass sein Gebiet so bedeutend vergrössert ist. Eine Wucherung und Neubildung in demselben ist ja jedenfalls gegeben, und es fragt sich nur welche Elemente sie betrifft.

Bemerkt sei noch, dass das Rückenmark bisweilen an dem frischen Schwanzstumpf etwas vorsteht, also leicht ein kleines Stückchen desselben hindurch in die neue Masse aufgenommen werden kann.

Schliesslich ist das *Verhalten des Knorpelrohrs und des darin enthaltenen Strangs in dem äussersten Ende des Schwanzes* bemerkenswerth.

Dasselbe ist nicht immer gleich. In der Regel geht der Schwanz in ein kleines Hökerchen aus, das über die allmählig kleiner gewordenen Schuppenreihen etwas vorsteht. Bis an oder in dasselbe erstreckt sich das Knorpelrohr, nachdem auch an älteren Exemplaren die Verkalkung desselben aufgehört hat. Meist geht dann der dünn und kleinzellig gewordene Knorpel ohne scharfe Gränze in das übrige pigmentirte Gewebe über. Der hohle Rückenmarksstrang aber, oder wenn man lieber will, das Filum terminale tritt auch in dieses wenig differenzirte Gewebe ein, und ist sowohl auf Quer- als Längsschnitten bis ganz nahe unter die Epidermis zu verfolgen. An einem besonders gelungenen Schnitt eines 5 ½ Cm. lang regenerirten Schwanzes endigte der kleinzellige Knorpel ziemlich scharf oben 0,07, unten 0,06 Mm. von der Epidermis der Spitze; das Filum aber, dessen Lumen nach einer vorhergehenden Verengerung sich auf 0,015 erweitert hatte, gerade wo es aus der Oeffnung des Knorpelrohrs vortrat, war bis an das äusserste Ende zu erkennen. Das

Lumen, welches 0,017 Mm. von der Epidermis noch sehr scharf war, schien dort zu endigen. Die Zellen des Filum bildeten von der Fläche gesehen ein Pflaster dessen Felder kaum 0,009 betrugen, während sie an andern Exemplaren nicht so klein waren. Durch den ganzen Knorpelkanal war das Filum von zahlreichen Blutgefässen begleitet, welche nach dem Austritt aus der Spitze des Knorpels mit den dort an der Aussenseite befindlichen beträchtlichen Gefässen anastomosirten, wie dies auch sonst der Fall zu sein pflegt. An einem andern, ebenfalls sehr stark nachgewachsenen Schwanz, wo der Knorpel noch schärfer und noch etwas früher abgegränzt war, endigte das Lumen des Filum ebenfalls etwas früher, noch in dem Knorpel, nachdem es, wie gewöhnlich zuvor sich etwas erweitert hatte. Es scheint somit, dass die schärfere Abgränzung des Knorpels den kaum mehr wachsenden Exemplaren zukommt. Das Filum geht aber bis sehr nahe unter die Epidermis, auch wo der kleinzellige Strang sehr lang, sich sehr allmählig verlierend, noch ein kräftiges Wachsthum des Knorpels verspricht.

Diese Erfahrung, dass das rudimentäre Rückenmark in dem nachgewachsenen Schwanz bis zur äussersten Spitze reicht, in Zusammenhalt mit dem, was über das Schwanzende der Tritonen mitgetheilt wurde, musste zur Untersuchung der normalen Schwanzspitze bei Eidechsen auffordern. An dem einen bisher untersuchten Exemplar war zwar kein Knorpel, sondern ein kleines Knötchen aus unvollkommner Knochensubstanz, ohne Bogen als letztes Ende der Wirbelsäule zu finden. Ueber diesem aber lag bereits ein Filum mit Lumen wie in den regenerirten Schwänzen.

Die Regeneration des Schwanzes kommt in derselben Art wie bei den Lacerten auch bei anderen Sauriern vor, undzwar, wie es scheint, häufig genug. Der Ascalabotae hat Gegenbaur schon Erwähnung gethan. Ich habe drei zum Theil sehr vollkommen regenerirter Schwänze aus dieser Familie vor mir und kann hinzufügen, dass das dicke Knorpelrohr einen Strang von demselben Bau wie bei den Lacerten einschliesst, der sich in Weingeist sehr gut erhalten hat. Bei Anguis trifft man häufig ein Stück des Schwanzes regenerirt sammt den Knochentafeln der Haut. Der Knorpelstrang im Innern ist dickwandig, besonders an der untern Seite, (0,3 bis 0,55 Mm. Wanddicke bei 0,1 bis 0,2 Lumen), und schloss sich in einem Fall wenigstens in ähnlicher Weise an ein vorderes Wirbelstück wie bei Lacerta, während in

einem zweiten Fall dies in der Gegend des ursprünglichen Intervertebralknorpels der Fall war. Im Innern des Knorpels liegt sehr starkes Fasergewebe. In der zootomischen Sammlung in Würzburg findet sich ferner u. A. ein Skelet von Draco volitans, wo an die vordere, erhaltene Hälfte des 19. Schwanzwirbels sich ein über 2 Cm. langer Strang aus stark verkalktem Knorpel anschliesst, der an Dicke die Schwanzwirbel eher übertrifft.

Ein sehr ausgezeichnetes Beispiel bietet ferner in derselben Sammlung das Skelet von Iguana. An das erhaltene vordere Stück des 21. Schwanzwirbels schliesst sich ein ungegliederter Strang an, der eingetrocknet vorn noch 5 Mm. Dicke besitzt. In der Länge von 10½ Cm. endigt derselbe offenbar verstümmelt. Der Querschnitt zeigt ein etwas excentrisches Lumen von nur ⅔ Mm. Die Wand besteht grossentheils aus verkalktem Knorpel, derselbe ist aber noch in der Entfernung von 2 Cm. vom letzten Wirbel durchzogen von Kanälen, welche von mehr oder weniger vollkommener Knochensubstanz umgeben sind. Ohne Zweifel enthielten jene Kanäle Blutgefässe und es liegt hier der Fall vor, dass ausgedehnter als es bei Lacerta der Fall ist, der neugebildete Knorpel von Gefässen durchzogen wird, deren Anwesenheit die Bildung von Knochen, wohl auch auf Kosten resorbirten Knorpels vermittelt.

Endlich ist noch eine auffällige Erfahrung an der zweischwänzigen Eidechse anzuführen, welche mich ursprünglich auf diesen Gegenstand geführt hatte.

Jeder der beiden Schwänze enthält denselben hohlen Strang, der sich bei andern Eidechsen als Fortsetzung des Rückenmarks erwiesen hat. Es findet also eine Spaltung des auswachsenden Rückenmarks statt. Neue Schnitte des jetzt härter gewordenen Präparats lassen keinen Zweifel. Dieselben zeigen aber weiter folgendes: *In dem oberen der beiden Schwänze liegen 3 Kanäle mit den bekannten radiär geordneten Zellen* nahe beisammen. Zwei derselben sind mit ziemlich viel peripherischer Substanz in eine gemeinsame Faserhülle eingeschlossen, der dritte aber besitzt eine besondere Hülle (Fig. 4.). Da dieses Verhältniss sich gleich bleibt an Schnitten, die ziemlich entfernt von einander angelegt sind, so kann es sich hier nicht um eine Windung handeln, wie oben bei Triton, sondern es muss eine der beiden hohlen Fortsetzungen des Rückenmarks sich noch zweimal getheilt haben.

Werfen wir noch einen Blick zurück auf die hier dargelegten Thatsachen, so finden wir zuerst, dass bei Tritonen an dem hinteren Ende der Wirbelsäule das ganze Leben hindurch (oder wenigstens sehr lange) sich ein Zustand erhält, welcher dem embryonalen einigermassen nahe steht. Diesem Abschnitt der Wirbelsäule gleicht die neugebildete. Diese Bildung ist dadurch ausgezeichnet, dass sie ohne Chorda vor sich geht, welche auch in jenem Abschnitt der normalen Wirbelsäule nicht zu erkennen ist. Da dort ein directes Hervorgehen des ganzen Knorpelfadens aus der Chorda kaum anzunehmen ist, so darf wohl auch der reproducirte Knorpelstrang nicht als Chorda aufgefasst werden, wogegen die ganze Gliederung spricht, sondern er muss als Aequivalent des Strangs von äusserer skelettbildender Substanz betrachtet werden, welcher aussen an der Chorda liegt. Allenfalls kann man die Sache so ansehen, dass der neue Knorpelfaden das Aequivalent der Chorda sammt äusserem Beleg ist, welche in dem reproducirten Theil der Wirbelsäule, unter wesentlich anderen Verhältnissen, nicht zur Differenzirung gekommen sind.

Die vollkommene Reproduction des Rückenmarks mit den dazu gehörigen Spinalganglien entspricht der Ausbildung des ganzen Wirbelsystems.

Dass die Zellenmasse, welche aus den Geweben des Rumpfs hervorwuchert, die Fähigkeit hat, sich nach der Eigenthümlichkeit der Organisation jeder Thierspecies zu entwickeln und anzuordnen, ist an sich nicht wunderbarer, als dass dies im Ei der Fall ist, aber es fällt uns auf, weil wir nicht gewohnt sind, diess täglich an den uns umgebenden Wesen zu sehen.

Während wir so bei den Tritonen finden, dass die gänzlich veränderten aussern Verhältnisse das Product des neu angeregten Wachsthums nur in geringerem Grade zu modificiren vermögen, zeigt sich jenes Moment bei den Eidechsen viel mächtiger. Es ist die Reproduction der Masse nach mindestens so bedeutend als dort, aber die Anordnung ist sehr beträchtlich abweichend, und es ist ohne Zweifel lehrreicher zu sehen, wie die Veränderung der äussern Umstande die Gestaltung des Werdenden an demselben Thier so gewaltig beeinflusst, als dass die Entwickelungsfahigheit mancher Thiere sich durch die schwierigsten Verhältnisse nicht hindern lässt.

Die neugebildete Axe des Schwanzes hat ihren Charakter als Rohr gewahrt, die Gliederung aber verloren. Ebenso ist sie nicht mehr der unmittelbare Stutzpunkt der den Schwanz bewegenden Muskeln, welche von derselben überall durch Weichtheile (Fett und Fasergewebe) weit getrennt sind. Demungeachtet muss nach den morpho-

logischen und histologischen Eigenthümlichkeiten jenes Rohr als Aequivalent des Wirbelrohrs bezeichnet werden.

Ebenso ist der eingeschlossene hohle Strang als neugebildetes, wiewohl bedeutend modificirtes Rückenmark anzusprechen. Es fehlt daran der bestimmte Nachweis von Zellen mit centralen Kraften, es fehlt, entsprechend dem Bau des Wirbelrohrs, die durch die abgehenden Nerven ausgesprochene Gliederung. Aber die Anwesenheit dunkelrandiger Fasern macht den Strang zu einem unzweifelhaft nervösen Gebilde und die Anordnung derselben um einen zelligen Strang mit Centralkanal ist sicherlich hinreichend, die Unterscheidung von einem gewöhnlichen durch Auswachsen der Fasern neugebildeten Nervenstamm zu begründen.

In histologischer Beziehung schliesst sich bei den Eidechsen wie bei den Tritonen das Reproducirte noch näher an das Ursprüngliche an, als dies in morphologischer Hinsicht der Fall ist. Eine histologische Entwickelungsgeschichte der fraglichen Theile wird zugleich Manches über die gröbere Anordnung z. B. der Muskeln nachzutragen finden. Hier sollte nur, soweit es das Material eben erlaubte, eine Darlegung der wichtigsten anatomischen Erfahrungen über jene allgemein bewunderten, aber wenig untersuchten Naturobjecte gegeben werden.



Erklärung der Abbildungen.

Tafel XXIV.

Fig. 1. Querschnitt durch den 5 Mm. langen, regenerirten Schwanz von Triton taeniatus. *a* Epidermis, *b* Hautdrusen, *c* Muskeln, quer durchschnitten, *d* oberer Knorpelbogen, *e* Rückenmark mit Centralkanal und peripherischer Nervenschicht, *f* Spinalganglion, links daran ein Blutgefäss, *g* knorpeliger Wirbelkörper, *h* unterer Knorpelbogen, die Caudalgefässe einschliessend.

Fig. 2. Querschnitt durch den regenerirten Schwanz von Triton cristatus, Wirbel mit oberem und unterem Knorpelbogen. Das Rückenmark zeigt 3 Durchschnitte des Centralkanals; rechts liegt ein Spinalganglion mit einem durchschnittenen Blutgefässe.

Fig. 3. Querschnitt durch das ursprüngliche Schwanzende von Triton taeniatus. *a* knorpeliger Wirbelkörper mit einer Verkalkung zu beiden Seiten, *b* Rückenmark, *c* Hautdrüsen.

Fig. 4. Querschnitt durch denselben Schwanz etwas weiter vorn. Der Knorpel des Wirbelkörpers ist verkalkt, mit einer Kruste an der Oberfläche, diese überzieht auch die oberen und unteren Bogen. *a* Rückenmark.

Fig. 5. Querschnitt durch den abnorm regenerirten Schwanz von Triton taeniatus. *a* rudimentärer Wirbelkörper, *b* Höhle voll zelliger Masse, die mit dem Rückenmark zusammenhing.

Fig. 6. Querschnitt durch das regenerirte Schwanzende von Triton cristatus. *a* Epidermis, *c* Rückenmark, *c* Knorpelstrang, *d* Blutgefässe.

Fig. 7. Querschnitt durch das ursprüngliche Schwanzende von Triton igneus. Bezeichnung wie Fig. 6.

Fig. 8. Längenschnitt durch den regenerirten Schwanz von Triton taeniatus. *a* obere Bogen, *b* Rückenmark mit dem Centralkanal, *c* Knorpelstrang der Wirbelkörper mit drei Intervertebralstellen, *d* Arterie, *e* Vene, *f* untere Bogen.

Fig. 1 ist 70mal, Fig. 2 120mal, die übrigen 40—50mal vergrössert.

Tafel XXV.

Fig. 1. Querschnitt durch den regenerirten Schwanz einer Eidechse. 55mal vergrössert. *a* Epidermis, *b* Gruppen von Muskelbündeln, *c* Knorpelrohr mit äusserer und innerer Kalkschicht, *d* Kanal des Knorpelrohrs mit dem hohlen Rückenmark umgeben von Pigmentzellen und einigen Blutgefässen, *e* Fettzellen, *f* Blutgefässe. (Die Zeichnung dieser Figur verdanke ich Herrn Dr. Eberth, ebenso Fig. 4 u. 6.)

Fig. 2. Längenschnitt durch das Ende der ursprünglichen Wirbelsäule und den Anfang des Knorpelrohrs eines neugebildeten Eidechsenschwanzes, 28mal vergrössert. *a* oberer Bogen des letzten ganzen Wirbels, *b* vorderes kleines Stück des Körpers von demselben Wirbel, *c* durchgreifender Markkanal, welcher das hintere Stück desselben Wirbelkörpers trennt, *d* Intervertebralknorpel, *e* unterer Bogen, *f* letzter Intervertebralknorpel nach vorn und hinten verkalkt, *g* Rest des oberen Bogens vom darauffolgenden Wirbel,

h vorderes Stuck des Körpers desselben Wirbels, *i* unterer Bogen mit neugebildetem Knorpel daran, *k* untere Wand des neugebildeten Knorpelrohrs, *l* obere Wand desselben, *m* Rückenmark, *n* Blutgefässe nach hinten sich theilend.

Fig. 3. Querschnitt des regenerirten Ruckenmarkes einer Eidechse mit Centralkanal, Zellenschicht, Faserschicht und Hülle. Vergr. 500.

Fig. 4. Querschnitt durch das Ruckenmark mit dreifachem Centralkanal von einer Eidechse mit zwei Schwanzen. Vergr. 200.

Fig. 5. Längenschnitt durch das hintere Ende eines neugebildeten Rückenmarks. Vergr. 500.

Fig. 6. Längenschnitt durch das Ende eines regenerirten Eidechsenschwanzes. *a* Knorpelrohr nach vorn verkalkt, nach hinten ziemlich scharf mit einer Oeffnung endigend, *b* Blutgefäss, durch diese Oeffnung heraustretend; darüber sieht man das hintere Rückenmarksende mit dem Lumen bis dicht an die Oberfläche der Schwanzspitze treten. Die Epidermis fehlt. Vergr. 100.

Fig. 7. Theil eines Querschnittes von dem Knorpelrohr eines regenerirten Eidechsenschwanzes. *a* äussere kleinzellige Gränzschicht des Knorpels, *b* äussere verkalkte Lage, *c* mittlere grosszellige Schicht, *d* innere kleinzellige Gränzschicht des Knorpels. Vergr. 400.

Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Pilze.

Von

Dr. A. de Bary,

Professor an der Universität Freiburg i. B.

Erste Reihe: Protomyces und Physoderma. Exoascus Pruni und die Taschen oder Narren der Pflaumenbäume. Zur Morphologie der Phalloideen. Syzygites megalocarpus.

Tafel XXVI bis XXXI.

I. Protomyces und Physoderma.

Mit dem Gattungsnamen Protomyces hat Unger[1]) eine Anzahl in lebenden phanerogamen Pflanzen schmarotzender Pilze bezeichnet, welche die gemeinsame Eigenthümlichkeit haben, im Innern des Parenchyms ihrer Nährpflanze zu vegetiren und ihre Fortpflanzungszellen zwischen den Elementen des Parenchyms zu entwickeln, ohne dabei dieses nach Art der Ustilagineen gänzlich zu zerstören oder nach Art der meisten Schmarotzerpilze zum Behufe der Fructification durch die Epidermis des Wirthes nach aussen hervorzubrechen. Unger beschreibt vier Arten seiner neuen Gattung: Protomyces endogenus in Galium Mollugo L., Pr. macrosporus in Umbelliferen, Pr. microsporus in Blattstielen und Blattrippen von Ranunculus repens L., Pr. Paridis in den Stengeln und Blättern von Paris quadrifolia L. lebend. In der mit Unger's Arbeit gleichzeitig erschienenen Flora cryptogamica Germaniae (pars II, p. 192) hat Wallroth eine neue Gattung, Physoderma, aufgestellt, deren Charaktere im Wesentlichen die nämlichen sind wie die von Protomyces. Wallroth stellt in diese Gattung Unger's Pr. macrosporus als Physoderma gibbosum[2]), nebst zwei anderen Arten: Ph. maculare, die Blätter von Alisma Plantago L. und Ph. pulposum, die Stengel von Atriplex- und Chenopodiumarten bewohnend. Zu diesen sechs

[1]) Die Exantheme der Pflanzen (1833) p. 341.

[2]) Wallroth's Phys. gibbosum ist sowohl nach der Beschreibung, als den Wallroth'schen Originalexemplaren, welche ich durch Herrn Duby's Freundlichkeit zur Vergleichung erhalten habe, mit Pr. macrosporus Unger identisch.

älteren Arten haben Spätere einige neue hinzugefügt. Corda[3]) beschreibt einen in lebenden Blättern von Eryngium campestre vorkommenden Parasiten als Physoderma Eryngii, v. Martius[4]) einen in kranken Kartoffelknollen gefundenen Protomyces, ich[5]) habe einen in den Blättern von Menyanthes trifoliata wachsenden Protomyces Menyanthis, Fuckel[6]) einen in Stellaria media vorkommenden Pr. Stellariae beschrieben. Bonorden[7]) hat Protomyces für „einen Ustilago" erklärt und den Wallroth'schen Namen Physoderma für eine Gruppe von Uredineenformen angewendet, welche er neuerdings[8]) mit dem Namen Erannium bezeichnet. Die wirklichen Physoderma- und Protomycesformen hat Bonorden offenbar nicht gekannt. Von neueren Untersuchungen über die hier in Rede stehenden Pilze ist wenig vorhanden. Ich habe (l. c.) das Mycelium von Protomyces macrosporus und die Entwickelung der Fortpflanzungsorgane an ihm beschrieben, Caspary[9]) hat meine Resultate bestätigt. Von den anderen oben genannten Arten ist kaum mehr als die kurzen Beschreibungen bekannt, welche ihre Autoren gegeben haben.

Wie der Name Protomyces andeutet, hat man die hierher gehörendeu Formen vielfach als die einfachsten Pilzbildungen betrachtet. Meine oben angeführten Untersuchungen haben dieses für Pr. macrosporus zwar nicht geradezu bestätigt, dafür aber jedenfalls erkennen lassen, dass dieser Parasit ein durch bemerkenswerthe Eigenthümlichkeiten ausgezeichneter ist. Hierin liegt, wie mir scheint die Aufforderung, die Entwickelungsgeschichte der Protomyces- und Physoderma-Formen einer möglichst vollständigen vergleichenden Untersuchung zu unterwerfen. Die Resultate solcher Untersuchungen sollen in Folgendem mitgetheilt werden. Sie sind allerdings minder vollständig ausgefallen, als ich es gewünscht hätte, denn von den Arten, welche ich lebend untersuchen konnte (Prot. macrosporus, endogenus, Menyanthis, Physoderma Eryngii) liess sich nur von Pr. macrosporus eine einigermassen abgeschlossene Entwickelungsgeschichte feststellen, bei den anderen war es mir nicht möglich die Keimung zu beobachten. Protomyces microsporus, Pr. Paridis, Physoderma pulposum und Ph. macu-

---

3) Icon. fungor. III, p. 3 Tab. I.

4) Die Kartoffel-Epidemie der letzten Jahre. München 1842.

5) Unters. üb. d. Brandpilze p. 19.

6) Enumerat. fung. Nassov. Ser. I. (1860) Nro. 2.

7) Allgem. Mycologie, p. 38, 52.

8) Zur Kenntniss einiger etc. Coniomyceten. Halle 1860.

9) Monatsber. Berlin. Acad. Mai 1855.

lare habe ich nicht nach lebenden Exemplaren beobachten können. Von den beiden letztgenannten Arten habe ich die Wallroth'schen Originalexemplare untersucht, welche ich der freundlichen Mittheilung des gegenwärtigen Besitzers von Wallroth's Pilzherbarium, Herrn Duby verdanke. Von Protomyces Paridis und microsporus konnte ich mir, ungeachtet der freundlichen Bemühungen des Herrn Unger, auch getrocknete Exemplare nicht verschaffen, ich kann diese beiden Arten daher nur der Aufmerksamkeit anderer Beobachter und Sammler empfehlen. Was endlich Pr. Stellariae Fuck. und Pr. Solani Mart. betrifft, so sind diese von der Untersuchung und aus dem Kreise selbstständiger Pilzspecies auszuschliessen. Ersterer besteht aus nichts weiterem, als den anderweitig genauer beschriebenen Oogonien und Oosporen von Peronospora Alsinearum Caspary, wovon ich mich an Exemplaren, welche mir von Fuckel freundlich mitgetheilt wurden, überzeugt habe. Pr. Solani scheint mir nach den Abbildungen bei Martius a. a. O. (Taf. XXVIII, Fig. 19, 23, 24, 36 bis 38) gar kein Pilz zu sein. Ich habe bei der Untersuchung vieler kranker Kartoffelknollen nie eine Pilzform gefunden, welche mit den erwähnten Abbildungen Aehnlichkeit hätte, und kann in diesen nur Klumpen von Stärkekörnchen, welche von abgestorbenem braungefärbtem Zellinhalt eingeschlossen werden, vermuthen.

---

1. Entwickelungsgeschichte des Protomyces macrosporus *Unger.*

(Tafel XXVI.)

Protomyces macrosporus[10]) bewohnt die grünen krautigen Organe einiger Umbelliferen: er ist am häufigsten auf Aegopodium Podagraria, seltener fand ich ihn auf Heracleum Sphondylium, sehr schön und reichlich auf Meum athamanticum im Schwarzwald. Er bewohnt alle krautigen Theile der Nährpflanzen, Blattstiele, Blattlamina, Stengel, Blüthenstiele und Pericarpien, und ist dem blossen Auge leicht erkennbar an flachen schwielenartigen Hervorragungen, welche er an der Oberfläche der Theile bildet. Die Schwielen haben meist längliche Form und sind in der Regel um so grösser, je stärker der Pflanzentheil ist, welcher sie trägt, am grössten, 2—3 Millimeter breit und oft

10) S. Unger, die Exantheme der Pflanzen p. 343. Meyen, Pflanzenpathologie p. 150. de Bary, Brandpilze, p. 15.

mehr als doppelt so lang an den Blattstielen von Aegopodium und Heracleum, ganz klein, kaum 1 Millimeter lang an den feinen Blattabschnitten von Meum. In der Blattlamina von Aegopodium und Heracleum folgen sie den Rippen und sind in den stärksten derselben am stärksten entwickelt. Die Schwielen sind soweit meine Beobachtung reicht die einzigen von dem Pilze bewohnten Orte der Nährpflanze; wenigstens ist es mir nicht gelungen, irgend ein Organ des Protomyces anderswo zu finden.

In Beziehung auf den Bau der Schwielen und die Entwickelung des Parasiten in denselben habe ich meinen früheren Angaben (Brandpilze, p. 18) nichts Neues hinzuzufügen. Der Pilz bewohnt stets die Intercellularräume des oberflächlichen Parenchyms, niemals fand ich ihn im Inneren der Zellen, niemals zwischen den Elementen der Gefässbündel, wenn er gleich sehr häufig in der Nähe dieser vorkömmt. Die Oberfläche der Schwielen wird immer von der unversehrten Epidermis überzogen. In solchen Schwielen, welche an ihrer geringen Dicke, weisslich-grünen Farbe und etwas durchscheinendem Ansehen als jugendlich zu erkennen sind, findet man das Mycelium des Pilzes in Form von reich und unregelmässig verzweigten dünnen Hyphen, welche durch zahlreiche Querwände in cylindrische Glieder getheilt sind, deren Länge den Querdurchmesser um das Zwei- bis Vielfache übertrifft. Die Hyphen sind mit einer zarten Membran, welche die gewöhnliche Cellulosereaction zeigt, versehen und enthalten körniges Protoplasma. Sehr früh beginnen einzelne zerstreut in der Continuität der Hyphen gelegene Zellen zu länglichen oder ovalen Blasen anzuschwellen, welche mit Protoplasma dicht erfüllt sind und, allmählich breite unregelmässige Ei- oder Kugelform annehmend, ihre Membran verdickend und ihren körnigen Inhalt vermehrend, zu den reifen Fortpflanzungszellen heranwachsen (Fig. 1, 2). Wie schon aus den Darstellungen von Unger und Meyen hervorgeht, lassen sich leicht alle Zwischenstadien zwischen den kleinen zartwandigen Anschwellungen des Myceliums und den dicken, derbhäutigen reifen Fortpflanzungszellen finden. Man erkennt den angegebenen Sachverhalt am besten auf Längsschnitten durch junge Schwielen, besonders durch ihre innere, der Mittellinie des befallenen Pflanzentheils zugewendete Partie, und kann ohne grosse Schwierigkeit grössere Stücke des Pilzes isoliren, wenn man das Gewebe bis zum Auseinanderfallen der Zellen (am besten in Wasser) macerirt hat. Dünne Querschnitte zeigen meist nur durchschnittene Myceliumfäden und einzelne Fortpflanzungszellen verschiedenen Alters zwischen den Zellen des Nahrgewebes, und geben daher den Anschein als ob die Fortpflanzungszellen frei und ohne Mycelium in den Intercellularräumen entständen.

Das in einer Schwiele enthaltene Mycelium legt in kurzer Zeit eine sehr grosse Menge der Fortpflanzungszellen an. Indem diese zu ihrer bedeutenden Grösse heranwachsen, bewirken sie einerseits starke Verdickung der Schwiele, andrerseits werden die Zellen des Nährgewebes von ihnen verdrängt und zusammengedrückt, so dass reife Schwielen auf dickeren Schnitten fast ganz aus den Fortpflanzungsorganen des Pilzes zu bestehen scheinen. Das Mycelium verliert mit der fortschreitenden Ausbildung der Reproductionsorgane allmählich sein Protoplasma, seine Fäden enthalten nur mehr wässerige Flüssigkeit und werden undeutlicher; theilweise scheinen sie ganz zu Grunde zu gehen: viele lassen sich jedoch noch bei völliger Reife aller in einer Schwiele enthaltenen Fortpflanzungszellen im Zusammenhang mit diesen erkennen. (Fig. 2).

Mit der Reife der Parasiten nimmt die ganze Schwiele eine blass bräunlich-gelbe Farbe an, sie bleibt meistens an dem Orte ihrer Entstehung fest und von der Epidermis festumschlossen sitzen, seltner löst sie sich sammt letzterer los, eine unregelmässige geschwürartige Fläche zurücklassend.

Die mehrfach erwähnten Fortpflanzungszellen, welche von den meisten Schriftstellern als Sporen bezeichnet werden, sind, ihrer weiteren Entwickelung nach, Sporangien, sporenerzeugende Zellen oder Asci, Sporenschläuche, zu nennen. Sie sind zur Zeit der Reife meist breit — und durch einzelne vorspringende stumpfe Ecken unregelmässig oval: selten kommen genau kugelige oder ganz unregelmässige, biskuitformig eingeschnürte, flaschenförmige Gestalten vor. Ihr Durchmesser beträgt in der Regel $\frac{1}{20}$ Mm. bis $\frac{1}{10}$ Mm., einzelne grössere und viel kleinere findet man jedoch häufig. Sie besitzen eine farblose Membran, deren gesammte Dicke meist etwa $\frac{1}{220}$ Mm. beträgt und welche aus drei ineinander geschachtelten Lagen besteht, die ich, der üblichen Terminologie entsprechend, als Aussen- Mittel- und Innenhaut, Epi- Meso- und Endosporangium bezeichnen will. (Fig. 2, 3.)

Das Episporangium bildet bei weitem die Hauptmasse der Membran; es stellt eine sehr derbe, glänzende, mit dickem dunkelem Aussencontour versehene Haut dar, deren Dicke mehr als die Hälfte der oben angegebenen gesammten Mächtigkeit beträgt. Wo ein Sporangium vorspringende Ecken besitzt, da werden diese von der Aussenhaut allein oder doch vorzugsweise gebildet, diese erreicht daher an solchen Stellen oft mehr als das Doppelte der gewöhnlichen Membrandicke. Die Aussenhaut ist mehr oder minder reich und deutlich geschichtet; immer kann man wenigstens von der übrigen Masse der Membran eine scharf hervortretende bläulich glänzende innerste

Schicht und eine ganz dünne, sehr spröde und feste äusserste unterscheiden, welch letztere sich in die Seitenwand des tragenden Myceliumfadens fortsetzt.

Das Endosporangium ist eine einfache dünne, bei 300- bis 400facher Vergrösserung deutlich doppelt contourirte, zähe und elastiche Membran, welche in Wasser betrachtet gleichfalls bläulich glänzend erscheint.

Zwischen Aussen- und Innenhaut liegt eine Schichte von geringer, der Innenhaut ungefähr gleichkommender Mächtigkeit, welche sich von den beiden angrenzenden Lagen durch den Mangel des diesen eigenthümlichen Glanzes auszeichnet, sie sieht aus wie eine Schicht wässeriger Flüssigkeit: sie ist es, die ich oben Mesosporangium genannt habe.

Zerdrückt man in Wasser liegende Sporangien so erkennt man die Aussenhaut als ziemlich spröde, indem sie plötzlich entweder an einer Stelle in viele scharfwinklige, durch lange Risse getrennte Lappen zerreisst, oder in mehrere eckige Stücke getrennt wird. War der Druck nicht zu stark, so sieht man aus ihrer Oeffnung die Innenhaut oft als unversehrten weichen Sack hervorgleiten, umgeben von der Mittelhaut, welche, sobald das Episporangium geöffnet wird, in dem Wasser auf das Doppelte ihrer bisherigen Dicke aufquillt und hierdurch sehr deutlich als besondere Hautlage unterschieden werden kann: sie umgibt das Endosporangium als ein sehr durchsichtiger, durch eine zarte aber deutliche Umrisslinie umschriebener Hof.

Durch wässerige Jodlösung wird die Membran des Sporangium gelbbraun, das Episporangium zuweilen braun-violett gefärbt. Setzt man verdünnte Schwefelsäure hinzu, so wird das Episporangium sofort schön und rein dunkelblau. Ist die Säure nicht sehr verdünnt, dann quillt das Episporangium stark auf, mit Ausnahme seiner dünnen äussersten Schicht. Letztere wird entweder durch die quellende Masse allein, oder unter Mitwirkung leichten Druckes von aussen, gesprengt, und bleibt als ein erst blaues, dann braunviolett oder schmutzig-braun werdendes Häutchen zurück, während sich die quellende Masse in der umgebenden Flüssigkeit vertheilt.

Meso- und Endosporangium nehmen durch Jod und Schwefelsäure niemals blaue oder violette Farbe an: ist nach Anwendung dieser Reagentien das Episporangium geplatzt oder zerdrückt worden, so treten jene gelblich gefärbt aus dem Risse hervor. Die Mittelhaut verschwindet meistens sofort. Nur wenn man sehr verdünnte Säure anwendet bleibt sie erhalten, quillt stark auf und erscheint sehr zart- aber deutlich geschichtet. Das Endosporangium bleibt auch bei Anwendung ziemlich concentrirter Säure anscheinend unverändert.

Chlorzinkjodlösung färbt das Episporangium schmutzig-violett.

Der vom Endosporangium umschlossene Inhalt hat eine licht bräunlichgelbe Farbe; er gibt dem ganzen Sporangium und der von dem reifen Pilz erfüllten Schwiele ihre Färbung. Bei Sporangien, welche in Wasser liegen, erscheint er als eine dichte Masse, welche grösstentheils grobkörnig, nur im äussersten Umfang körnerfrei, homogen und durchscheinend ist (Fig. 2). Seltner, und wohl nicht ganz normaler Weise, liegen einzelne grosse Fettkugeln zwischen den Körnern. Der Inhalt besteht grösstentheils aus Fett, in Aether löst er sich fast vollständig, es bleibt eine geringe Menge feinkörniger Substanz zurück, welche durch Jod dunkel braungelb gefärbt wird. Das Fett selbst wird durch Jod nur schwach gelblich. Setzt man Jodlösung zu unversehrten Sporangien oder zu solchen, bei denen nach Einwirkung von Aether alles Fett in eine homogene Masse zusammengeflossen ist, so sieht man die dunkel gelbbraune Substanz in sehr unregelmässiger Weise in dem Inhalt vertheilt. Nach der Jodreaction besteht diese Substanz aus eiweissartigen Stoffen. Eine Violettfärbung derselben durch schwefelsaures Kupferoxyd und Kali konnte ich nicht erhalten. In Zucker und Schwefelsäure nimmt sie, wie ich schon früher beschrieben habe, rosenrothe Farbe an.

Eigenthümlich ist das Verhalten der Sporangien, wenn ihnen Wasser entzogen wird. An der Luft getrocknet verlieren sie ihre Turgescenz, die Membran sinkt unregelmässig hier und dort ein, der Inhalt nimmt ein ziemlich homogenes Ansehen an und ziemlich genau in seiner Mitte erscheint eine grosse Luftblase. Setzt man wiederum Wasser zu, so quillt der Inhalt schnell auf, die Luftblase wird in centripetaler Richtung kleiner und ist alsbald verschwunden.

In gleicher Weise wie beim Eintrocknen erscheint die Luftblase, wenn man zu Sporangien, welche in wenig Wasser liegen, absoluten Alkohol bringt; wird dieser entfernt und gleichzeitig durch Wasser ersetzt, so verschwindet die Luft in der vorhin angegebenen Weise. Das Nämliche tritt nach Anwendung von Chlorzinkjodlösung ein. Diese Erscheinung ist wohl nicht anders zu erklären, als dass in dem wasserreichen Inhalt der frischen turgiden Sporangien ein Gas (ob atmosphärische Luft oder ein anderes muss dahingestellt bleiben) condensirt oder gelösst ist, welches frei wird und sich expandirt sobald der Wassergehalt und damit die Spannung des Inhalts vermindert wird, und bei Herstellung der ursprünglichen Wassermenge und Spannung wieder in den früheren Zustand zurückkehrt.

Die Entwickelung der Sporangien von Protomyces beginnt, wenn die jungen Blätter und Triebe der Nährpflanze im Frühling über den Boden treten; mehr oder

minder reife Schwielen findet man den ganzen Sommer über. Ob während des Sommers eine Weiterentwickelung früh gereifter heuriger Sporangien eintreten kann, vermag ich nicht bestimmt zu entscheiden, die über diese Frage angestellten Versuche gaben ein durchaus negatives Resultat. Gewiss ist, dass wo nicht alle, doch die allermeisten Sporangien mit ihrer Reife in einen langen Ruhezustand eintreten, überwintern und im nächsten Frühling die weitere Entwickelung durchmachen. Man kann diese Weiterentwickelung füglich Keimung nennen, insofern man unter diesem Ausdruck die Fortentwickelung von Reproductionsorganen, welche einen Ruhestand durchgemacht haben, im Allgemeinen versteht.

Während des Winters findet man die mit reifen Sporangien erfüllten Schwielen reichlich an den vom Pilze bewohnten, durch den Frost mehr oder minder zerstörten Pflanzentheilen. Bringt man sie in Wasser, so sinken sie zu Boden, und während die Gewebstheile der Nährpflanze allmählich verfaulen, zeigen die Sporangien folgende Keimungserscheinungen.

Zunächst wird ihr Inhalt blasser, durchsichtiger, die groben gelblichbraunen glänzenden Fettkörner verschwinden und an ihrer Stelle tritt ein glanzloses, von sehr zahlreichen kleinen punktförmigen Körnchen durchsätes blass röthlichbraunes Protoplasma auf. Diese Veränderung des Inhaltes schreitet allmählich von der Peripherie nach der Mitte hin fort: zunächst sieht man mitten in der Protoplasmamasse eine aus den ursprünglichen Fettkörnern bestehende Kugel (Fig. 3), diese wird immer kleiner und verschwindet zuletzt vollständig. Das ganze Sporangium ist jetzt von dem röthlichbraunen Protoplasma erfüllt, so zwar dass dieses in der Mitte zu einer dichten undurchsichtigen dunkeln Masse angehäuft, im Umfange heller und durchsichtiger und hier häufig von sehr zart umschriebenen und blassen Vacuolen verschiedener Zahl und Grösse durchsetzt ist (Fig. 4). Nun beginnt das Endosporangium sich auszudehnen: es sprengt die Aussenhaut auf einer Seite, und tritt, von der Mittelhaut bekleidet, durch die Oeffnung in das umgebende Wasser (Fig. 5, 6). Die Aussenhaut liegt alsbald neben den ausgetretenen Theilen als eine leere, an der Austrittstelle durch klaffende Risse in zwei bis mehrere eckige, oft splitterig eingerissene Lappen gespaltene Blase. (Fig. 6, 7, 11 etc.) Die Mittelhaut quillt durch das Wasser stark auf, sie trägt hierdurch jedenfalls zu der Hervortreibung des Endosporangiums aus der Aussenhaut bei. Bald nach dem Austreten bemerkt man, dass sie nach einem Punkte hin stetig an Dicke abnimmt, und an diesem so dünn ist, dass sie von der Innenhaut nicht mehr mit Sicherheit unterschieden werden kann (Fig. 6, 7). Dieser Punkt liegt, mit sehr

seltenen Ausnahmen, mitten auf der dem Episporangium abgekehrten Seite, er mag der Kürze halber der Scheitel genannt werden. Vermöge ihrer weichen gallertigen Beschaffenheit bleibt die Mittelhaut, und somit auch die von ihr umschlossenen Theile, beinahe immer fest an der Oeffnung des Episporangiums haften. In späteren Entwicklungsstadien ist sie oft auf den ersten Blick nicht mehr erkennbar, sie lässt sich jedoch durch Jodlosung und verdünnte Schwefelsaure immer nachweisen bis die Keimung ihr Ende erreicht hat.

Das Endosporangium erhalt nach dem Austreten sofort die Gestalt einer kugeligen Blase, deren Volumen eine Zeit lang zunimmt, wie unten genauer angegeben werden wird, wahrend der Inhalt folgende Veranderungen erleidet. Zunachst treten rings um die dunkle centrale Protoplasmamasse zahlreiche, in zwei bis drei unregelmassige concentrische Lagen geordnete Vacuolen auf (Fig. 6, 7), welche allmahlich zu einer Schichte grosser Vacuolen zusammenfliessen (Fig. 8). Diese liegen zwischen der centralen Masse und einer dünnen wandständigen Schichte des Protoplasma, sie werden von einander getrennt durch dicke Protoplasmastreifen und Platten, welche von der centralen Masse strahlig in die wandständige Schichte verlaufen (Fig. 8). Durch jene Streifen strömt nun allmählich das ganze centrale Protoplasma in die wandstandige Schicht uber; diese wird stetig dicker, wahrend jenes an Menge abnimmt, zuletzt ist alles Protoplasma wandständig, die Mitte der Blase wird von einer grossen, mit klarer wasseriger Flüssigkeit erfüllten Höhlung eingenommen (Fig. 9, 11). Die wandständige Protoplasmaschicht ist nach dem Verschwinden der centralen Masse ungleichmassig vertheilt, ihre Innenfläche springt an vielen Stellen in Form breiterer oder schmalerer anastomosirender Wülste vor, die ein grobes unregelmassiges Netz darstellen. In ihrem Innern sind hie und da noch kleine Vacuolen eingeschlossen. Allmählich verschwinden diese Unregelmassigkeiten, die Innenfläche glattet sich, die ganze Schicht erhalt fast überall gleiche Dicke, und allenthalben durchaus gleichmässige Structur, nur hie und da bleiben kleine runde Vacuolen (Fig. 9—13). Je näher sie diesem Stadium der Entwickelung kömmt, desto durchscheinender, heller wird sie und desto mehr tritt in ihr eine sehr feine und blasse netzformige Zeichnung hervor. Unmittelbar nach Bildung der wandständigen Schicht sind namlich die Körnchen des Protoplasma in einfache kurze Reihen geordnet, welche sowohl in der Richtung der Oberfläche als des Radius des Sporangiums zu einem feinen engmaschigen Netze verbunden sind (Fig. 9, 11, 13, 14 *a*). Die Maschen werden ausgefüllt von durchscheinender, soweit ich es unterscheiden konnte völlig homogener Protoplasmamasse, welche ich in Folgendem kurz die homogene Sub-

stanz nennen will. Bald sieht man nun die Seiten der Maschen breiter, letztere dagegen enger werden, indem die Kornchen zu mehrreihigen Streifen zusammenrucken (Fig. 10, 12, 14 *b*). Die Dicke der gesammten Protoplasmaschicht nimmt dabei etwas ab. Die Körnchen sind einander jetzt sehr genahert, so dass man sie leicht übersehen und meinen kann, das Netz sei aus einer structurlosen Masse gebildet. Endlich zerfällt das ganze Netz mit einem Male in unzahlige kleine Stucke, indem die Körnchen in ungefahr ebensoviele Gruppen zusammenrücken, als bisher Maschenseiten vorhanden waren (Fig. 14 *c*). Diese Körnchengruppen sind die Anfange der Sporen. Sie erhalten alsbald schärferen, wenngleich immer sehr zart bleibenden Umriss (Fig. 15) und nehmen allmählich die Form kurz cylindrischer Stäbchen an, wahrend die Körnchen, aus welchen sie zuerst bestanden, zu einer gleichformig-trüben Masse zusammenfliessen. Die homogene Substanz nimmt an diesen Vorgangen keinen oder doch nur geringen Antheil. Die Körnerhaufchen und jungen Sporen sind ihr eingebettet, zwischen denselben findet man sie in Form schmaler Streifchen.

Kaum ist die Sporenbildung vollendet, so beginnt die gesammte Sporenmasse sich von der Sporangiumwand loszulösen und zu einem dichten rundlichen Ballen von viel kleinerem Durchmesser als das Sporangium zusammenzuziehen. Die in der centralen Vacuole enthaltene wässerige Flüssigkeit tritt hierbei allmählich zwischen die Wand und den Ballen. Letzterer ist von Anfang an so gestellt, dass seine eine Seite dem Scheitel des Sporangiums fest anliegt (Fig. 16—19). Die homogene Substanz zieht sich mit den Sporen von der Wand zurück, aber langsamer. Man sieht sie, wenn jene schon vollständig zusammengehäuft sind, in Form zahlreicher strahlig convergirender fadenförmigen Streifen oder Strömchen von der Wand zu dem Ballen verlaufen (Fig. 16, 17). Jene fliessen jedoch in letzteren nach und nach vollstandig über, und nun dauert es nicht lange, so ist alle homogene Substanz verschwunden (Fig. 18, 19) — ob zur Ausbildung der Sporen verwendet oder anderweitig aufgelöst ist nicht zu entscheiden. Die Sporen sind nur mehr von wässeriger Flüssigkeit umgeben. Sie zeigen jetzt sehr deutlich eine schon beim Beginne der Zusammenballung wahrnehmbare zitternde und oscillirende Bewegung, der Umriss des Ballens ändert sich in einem fort, indem einzelne Sporen zwischen den andern hervortreten und wieder verschwinden.

Bei diesen Vorgängen bleibt eine zarte als Primordialschlauch zu bezeichnende Protoplasmaschicht, welche die Membran allenthalben bekleidet, unbetheiligt. Dieselbe stellt eine dünne feinkörnige Haut dar, welche durch Jod gelb gefarbt wird und auf

Zusatz von Schwefelsäure zusammengeschrumpft. In den folgenden Entwickelungsstadien theilt sie das Schicksal der von ihr ausgekleideteten Cellulosemembran. Diese letztere wird, sobald der Sporenballen gebildet ist, an ihrem Scheitel dünner als im übrigen Umfange, jener wird bald nur von einer einfachen Umrisslinie begrenzt (Fig. 16—18).

Während diese Veränderungen in seinem Innern vorgehen nimmt das Sporangium, welches die Form einer kugeligen Blase stets beibehält, beständig an Grösse zu. Sein Durchmesser wächst vom Austreten an bis zur Bildung des Sporenballens um 12½ bis 16 Procent, z. B. im Verhältniss von 20 auf 27, 25 : 39, 22 : 34 u. s. w.[11]). An der Membran des Sporangiums konnte ich während der Ausdehnung eine Verminderung der Dicke nicht finden. Sobald der Sporenballen gebildet ist hort die Ausdehnung auf. Das Sporangium verbleibt in dem letztbeschriebenen Zustande einige Zeit, meistens mehrere Stunden lang, eine prall gespannte Blase, der Sporenballen immer fester wider den Scheitel gedrängt. Plötzlich platzt der Scheitel mit einem einfachen kurzen Riss, dessen Ränder sich sofort nach aussen rollen und aus welchem im Momente des Aufplatzens die ganze Sporenmasse hervorgeschleudert wird. In demselben Augenblick hat sich die geöffnete Membran zu einem Umfang zusammmengezogen, welcher den des anhaftenden Episporangiums nur wenig übertrifft, also dem zu Anfang der Keimung vorhandenen ungefähr gleich ist. Die Membran wird dabei fein gerunzelt und an der dem Scheitel entgegengesetzten Seite tief eingedrückt (Fig. 20, 21). Die Ejaculation der Sporen geschieht mit solcher Gewalt, dass die leeren Membranen heftig und oft weit aus dem Gesichtsfelde des Mikroskops weg zurückgeschleudert werden. Die Sporen selbst bleiben dabei entweder zusammengeballt oder werden in einem Strahl hervorgespritzt, sie verhalten sich durchaus passiv.

Der Mechanismus der Ejaculation ist aus den beschriebenen Erscheinungen deutlich zu erkennen. Die Membran des Sporangiums ist, wie ihre plötzliche Zusammenziehung beim Platzen zeigt, in hohem Grade elastisch. Sie folgt der Ausdehnung des Inhalts bis zur Bildung des Sporenballens, wie es scheint durch fortdauerndes Flächenwachsthum. Mit Vollendung des Ballens hort dieses auf; die Vermehrung der Inhaltsflussigkeit dauert aber fort, und diese muss daher auf die Membran einen steigenden Druck ausüben. Letzteres geht deutlich aus folgender Beobachtung hervor. Wenn man die Blase bald nach Bildung des Ballens und vor ihrem spontanen Auf-

[11]) Die obigen Zahlen sind Theile eines Ocularmikrometers, deren Werth = $^1/_{450}$ Mm. ist.

reissen künstlich sprengt (was am besten durch vorsichtige Berührung mit einer Nadel bewirkt wird) so zieht sich die Membran gleichfalls zusammen, die Ejaculation erfolgt aber minder kräftig und vollstandig, eine Mehrzahl von Sporen bleibt in der Blase zurück und niemals tritt eine derselben später selbstständig aus. Bei der normalen Entwickelung leistet die Membran dem steigenden Drucke des Inhalts eine Zeit lang Widerstand, zuletzt wird sie aber durch denselben an ihrer zärtesten Stelle, dem Scheitel, gesprengt und indem sie sich in demselben Augenblick in Folge ihrer Elasticität stark zusammenzieht, wird der grösste Theil des Inhalts aus dem Riss hervorgeschleudert. Auf welche Weise die wasserige Flussigkeit nach Bildung des Sporenballens vermehrt wird, verdiente genauer untersucht zu werden. Da die ganze Reihe von Erscheinungen in reinem Wasser vor sich geht, so liegt es auf der Hand zuerst an eine endosmotische Wasseraufnahme zu denken. Es fragt sich aber auch, ob und wie die sich auflösende homogene Substanz hierbei betheiligt und ob vielleicht gerade ihr die Function zukömmt, die Ejaculation auf eine oder die andere Weise zu bewirken. —

Die Zeit, welche die beschriebenen Entwickelungsvorgänge vom Ausschlüpfen bis zur Ejaculation erfordern, beträgt mehrere Stunden. Das Ausschlüpfen des Endosporangiums aus dem platzenden Episporangium habe ich nur einmal direct beobachtet, es erforderte 1 St. 45 Min. In demselben Falle war 12 Stunden nach vollendetem Ausschlupfen der Sporenballen gebildet, aber die Ejaculation noch nicht erfolgt. Die Bildung der wandständigen Protoplasmaschicht durch Wanderung der centralen Masse erforderte in den beobachteten Fällen 1 — 1½ Stunde; von da bis zur vollendeten Bildung der Sporen dauerte es 1¼ bis 5 Stunden, von diesem Stadium bis zur vollendeten Zusammenballung 20 Min. bis 1½ St., von da bis zur Ejaculation ¾ bis 4½ St. Nach diesen Daten würde die Entwickelung im günstigsten Falle 3 bis 3½ Stunden nach vollendetem Ausschlüpfen fertig sein können; in allen beobachteten Fallen dauerte sie jedoch länger, indem wenigstens ein Stadium mehr als das obiger Schatzung zu Grunde gelegte Minimum von Zeit erforderte. —

Ueber die leeren Membranen ist nichts Weiteres zu berichten, sie werden allmählich zersetzt.

Die ejaculirten Sporen vertheilen sich gleichmässig in dem umgebenden Wasser. Sie zeigen dabei dieselbe schwache oscillirende Bewegung, von welcher schon oben die Rede war; nach kurzer Zeit hört diese ganz auf.

Die ejaculirten Sporen (Fig. 22) haben die Gestalt cylindrischer, an beiden Enden abgerundeter, zuweilen etwas gekrümmter Stäbchen, $^1/_{450}$ Mm. lang, halb so breit, mit

zartem Umriss und blassem trübem Inhalt, in welchem ein dunkleres rundes oder langliches Körnchen (Kern?) liegt. Jod färbt sie gelb. Die Sporen sind zunächst alle frei. Sehr bald nach der Ejaculation aber tritt ein eigenthümlicher Copulationsprocess ein (Fig. 23 — 25). Sie nähern sich einander paarweise auf eine ihrem Querdurchmesser etwa gleichkommende Strecke; nach einiger Zeit sieht man jedes Paar durch einen feinen Streifen verbunden, der auch bei sehr starker Vergrosserung nur als eine einfache Linie erscheint, und dessen erste Entstehung ich nicht deutlich erkennen konnte. Der Streifen wird bald breiter und erscheint zuletzt als ein Canal, dessen Weite dem Querdurchmesser der Sporen wenigstens gleichkömmt und welcher die Lumina beider miteinander verbindet. Schon 3—4 Stunden nach der Ejaculation, manchmal wie es scheint noch früher, ist die Copulation bei fast allen Sporen fertig. Je nachdem die Längsachsen eines copulirenden Paares parallel liegen oder in einer oder verschiedenen Ebenen liegend sich schneiden, erhalt die Doppelspore die Gestalt eines H oder T, oder unregelmässige Form; die H-Form ist die haufigste. Mit und nach der Copulation werden die Hälften der Doppelspore oft mehr oval und dehnen sich bis auf das Doppelte ihrer ursprünglichen Grösse aus. Wie der beschriebene Process zu deuten, in welche Beziehungen er zu der Copulation der Conjugaten oder der leiterförmigen Verbindung der Sporen von Tilletia zu bringen sei, muss wie mir scheint noch dahin gestellt bleiben. —

Mit der Copulation schliessen sich die Veränderungen, welche man an den im Wasser cultivirten Sporangien beobachtet, ab. Sind die Culturen rein, besonders von grösseren Infusorien, welche die Sporen begierig fressen, frei, so haufen sich in dem Wasser grosse Mengen copulirter Sporen an, ohne je eine Spur von Weiterentwickelung zu zeigen. In reinen Wassertropfen auf Objecttragern konnte ich die Sporenpaare 6 bis 8 Tage lang anscheinend vollig gesund und lebenskraftig erhalten, aber nie überschritten sie das Entwickelungsstadium, welches sie wenige Stunden nach der Ejaculation erreicht hatten.

Es fragt sich daher, was unter anderen Bedingungen aus den copulirten Sporen wird, und am nächsten liegt es hier nach den Erscheinungen zu fragen, welche sie zeigen, wenn sie auf eine Nährpflanze des Protomyces gelangt sind.

Keimende Sporangien, in kleinen Wassertropfen auf jugendliche Blattstiele von Aegopodium Podagraria gebracht, entleerten die Sporen reichlich, diese zeigten die gewöhnliche Copulation. Vier bis sechs Tage nach der Aussaat fand ich in den Zellen der abgezogenen Epidermis der besaeten Stellen mehrmals dünne, in 2 bis 3 Zweige

getheilte Fäden. Ein Ende eines solchen Fadens sass immer der Aussenwand einer Epidermiszelle fest an, entweder in ihrer Mitte oder an der Kante, in welcher sie mit einer Seitenwand zusammenstosst. Von hier aus lief der Faden gegen die Innenwand der Epidermiszelle, die Enden seiner Zweige lagen auf oder unter dieser. Die Faden waren sehr fein, nicht dicker als die Wande der Oberhautzellen, homogen-trübe. Jod färbte sie gelb. Einen Zusammenhang ihres äusseren, d. h. der Aussenwand ansitzenden Endes mit einer aussen befindlichen Spore oder deren leerer Haut konnte ich niemals auffinden. Häufig suchte ich überhaupt nach den Fäden vergebens. An den ziemlich zahlreichen Spaltöffnungen des Blattstiels konnte ich nie eine Spur des Eindringens von Sporen oder Keimen finden.

Nach diesen bei der Kleinheit und Zartheit der Sporen ziemlich unsicheren Beobachtungen allein müsste es zweifelhaft bleiben, ob die Sporen auf der Nährpflanze Fäden treiben, welche in diese eindringen, und ob die erwähnten in den Epidermiszellen beobachteten solche Keimfäden waren oder zufallige, vielleicht abnorme Bildungen der Oberhautzellen selbst. Andere Versuche geben jedoch bestimmteren Aufschluss hierüber und zeigen, dass sich aus den Sporen Pilzfäden entwickeln, welche durch die Epidermiszellen in das Parenchym der Nahrpflanze eindringen und hier unmittelbar zu dem Mycelium des Protomyces heranwachsen. Ich will zunächst den Gang der Versuche vollständig beschreiben.

I. Im December werden 8 Rhizomstöcke von Aegopodium nach Entfernung der alten abgestorbenen Blätter in einen Blumentopf gepflanzt und in's Warmhaus gestellt. Bis zum 20. December sind 7 Blatter über den Boden getreten, und zwar Blatt 1 und 2 zusammen aus einem starken im Boden steckenden Rhizome, Blatt 3 und 4 zusammen aus einem dünnen, auf dem Boden liegenden, Blatt 5, 6, 7 je aus einem besondern Rhizome. Blatt 1, 2, 5, 6 und 7 wurden am 20. Decbr. mit einer Quantitat keimender Protomycessporangien besäet und zwar auf die ebene Oberseite des Blattstiels, dicht uber dem Boden. Sie wurden durch Begiessen des letzteren und Ueberdecken einer Glasglocke feucht erhalten. Ebenso wurden keimende Sporangien auf das Rhizom, welches Blatt 3 und 4 trug, gebracht. Nach einigen Tagen wurde die Glasglocke weggenommen und der Topf im Zimmer einer gewöhnlichen Cultur unterworfen.

Am 26. Januar sind die sieben Blätter anscheinend gesund, aber Blatt 2 zeigt am Grunde des Blattstiels fünf weissliche auf einer etwa 2 Cm. langen Strecke beisammenstehende Flecke, von denen drei deutlich angeschwollen und vom Ansehen junger Protomycespusteln sind, zwei als kleine Punkte erscheinen. Das Mikroskop zeigte in allen

fünfen kräftig entwickelten Protomyces, wie unten noch näher beschrieben werden wird. Am 30. Januar sind am Petiolus von Blatt 5, 1 Mm. über dem Boden, drei junge, den auf Blatt 2 gefundenen gleiche Protomycesschwielen sichtbar. Zu Anfang Februars wurden Blatt 1 und 2 mit ihrem Rhizom und Blatt 3 behufs der anatomischen Untersuchung weggenommen. Von den besäeten Blättern blieben also noch 5, 6 und 7; ferner blieb das nicht besäete Blatt 4. Ein neu getriebenes 8tes Blatt wurde jetzt ebenfalls noch in der angegebenen Weise mit Protomyces besäet. Bis zum April mussten nun die Beobachtungen unterbrochen werden, die Pflanzen wurden im Zimmer weiter cultivirt und erhielten keine neue Protomyces-Aussaat. Am 23. April haben die noch übrigen 7 Rhizome zusammen 19 Blätter, von denen eines welk, die übrigen frisch und gesund sind. Vier von diesen 19 haben an der Basis des Petiolus Protomyces-Schwielen, und zwar gehören zwei von den vieren (deren eines das welke ist) einem und demselben Rhizom an, als dessen einzige Blätter, das dritte ist das unterste (älteste) eines dreiblättrigen, das vierte das zweitälteste Blatt eines dreiblättrigen Sprosses. Die Cultur wurde noch mehrere Wochen fortgesetzt, aber es erschien kein neuer Protomyces. In wieweit die vier Protomyces tragenden Blätter den oben mit 5, 6, 7, 8 und 4 bezeichneten entsprechen, war wegen der fast zweimonatlichen Unterbrechung der Beobachtungen nicht zu entscheiden.

II. Fünf Rhizomstücke des Aegopodium, in gleicher Weise wie die von I. behandelt, haben am 12. Februar je ein junges Blatt über den Boden getrieben. Diese Blätter werden sämmtlich mit keimenden Protomyces-Sporangien nach Art wie I. besäet, die Pflanzen wie I. cultivirt. Bis zum 23. April sind 13 Blätter entwickelt. Die von zwei Rhizomen sind frei von Protomyces. Von den andern drei Rhizomen hat je das unterste, älteste Blatt, welches im Februar besäet worden war, schöne Protomyces-Schwielen; zwei nur an der Basis des Blattstiels, das dritte auf dem ganzen Stiel und der Lamina. Alle übrigen Blätter sind und bleiben auch ferner frei davon.

III. Gleichzeitig mit II wurden einige Aegopodium-Rhizome in einen besonderen Topf gepflanzt, durchaus wie I und II cultivirt, aber nie mit Protomyces-Sporangien besäet. Bis hoch in den Sommer blieb der Topf in Cultur, alle in ihm entwickelten Blätter blieben von Protomyces oder sonstigen Pilzen frei.

An dem Platze, wo die Aegopodium-Pflanzen für II und III hergenommen waren, fand sich in den Jahren, wo die Versuche gemacht wurden, kein spontaner Protomyces.

IV. Gleichzeitig mit I und auf die nämliche Weise, wurden die jungen Blätter von zwei Stöcken des Anthriscus cerefolium mit keimenden Protomyces-Sporangien sehr reich-

lich besaet. Der eine Stock starb bald ab, der andere wuchs gesund weiter, hatte Anfangs Mai reife Frucht und blieb ohne jegliche Spur von Pilzbildungen.

Aus diesen Versuchen geht zunächst hervor, dass Protomyces an den Stellen seiner Nährpflanze (Aegopodium) erscheint, auf welche man seine Sporen gebracht hat.

Untersucht man die ganz jungen Anfänge des Pilzes, welche, wie auf dem Blatt 2 des Versuchs I, in Form weisser punktförmiger Flecke erscheinen, so sieht man das Mycelium reichlich zwischen Oberhaut und äusserster Schicht des Parenchyms ausgebreitet und von hier aus in die Intercellularräume der tiefer liegenden Parenchymschichten hinabsteigend. Schon sehr früh beginnt an den zwischen Epidermis und Parenchym befindlichen Theilen des Pilzes die Bildung der Sporangien; erst später treten sie in den tiefern Schichten auf. An der mit der darunter liegenden Parenchymschicht abpräparirten Oberhaut eines der weissen Fleckchen von Blatt 2 fand ich (s. Fig. 26) an einem Punkte einen starken kurzen Pilzfaden in der Epidermis selbst. Er stiess an die Aussenwand dieser, oder schien vielmehr derselben fest angewachsen zu sein mit einer ziemlich breiten kreisförmigen Endfläche (*p*). Diese lag so dicht an einer Kante zwischen Aussen- und Seitenwand zweier Zellen, dass es kaum sicher zu entscheiden war, ob der Faden in der einen Zelle verlief, oder sich zwischen beiden hindurchdrängte. Mit grösster Leichtigkeit liess sich der Faden durch Veränderung der Einstellung des Mikroskops bis zur Innenwand der Oberhautzellen verfolgen, diese durchbohrte er, um unterhalb derselben zu einer kugeligen Blase anzuschwellen, von welcher nach zwei Seiten hin reich verzweigte, unter der Epidermis verbreitete und in die tieferen Gewebslagen eintretende Myceliumfäden entsprangen. Einer dieser letzteren zeigte unmittelbar an die Blase anstossend schon ein junges Sporangium mit dicht körnigem Inhalt; die Blase selbst enthielt nur wenig Protoplasma. Es ist wohl kaum zweifelhaft, dass jener die Epidermis quer durchsetzende Faden von Aussen eingedrungen und aus den aufgesäten Sporen entstanden ist, dass diese also, auf die Nährpflanze gelangt, Hyphen treiben, welche durch die geschlossene Epidermis eindringen, unter dieser sofort zum Mycelium des Protomyces heranwachsen, welches sich dann gegen die Mitte des befallenen Pflanzentheils sowohl wie in der Fläche ausbreitet und alsbald überall neue Sporangien entwickelt.

Unser Protomyces schliesst sich somit den zahlreichen, durch die geschlossene Oberhaut eindringenden Endophyten an, welche ich an einem andern Orte beschrieben habe[12]).

---

[12]) Annales des sciences natur. 4e Série, Tom. XX.

Er unterscheidet sich von allen diesen aber dadurch, dass er die Anfänge seiner Myceliumfäden niemals unter alleiniger Einwirkung von Feuchtigkeit und Wärme austreibt, sondern hierzu eines bestimmten Bodens, nämlich der Nährpflanze selbst bedarf.

Gleich vielen anderen Endophyten dringt Pr. macrosporus nur in wenige Species von Nährpflanzen ein, oder kommt doch nur in wenigen zur Ausbildung. Dies zeigt sein auf die drei oben genannten Umbelliferen-Arten beschränktes spontanes Vorkommen, und die negativen Resultate obiger Aussaat auf Cerefolium stimmen damit überein.

In der genannten Abhandlung habe ich gezeigt, dass manche endophyte Pilze ihr Mycelium von dem Orte wo es eingedrungen ist durch die ganze Nährpflanze oder doch einen grossen Theil derselben verbreiten, und dass dieses in vielen Fällen in den ausdauernden Theilen der Nährpflanze perennirt; während andere eine begrenzte Verbreitung und Dauer haben. Nach den angeführten Culturversuchen, bei welchen immer nur d i e Blätter oder d i e Punkte derselben den Protomyces trugen, welche direct besät worden waren, gehört dieser zu den Endophyten mit begrenzter Verbreitung in der Nährpflanze. Auch konnte ich, wie schon oben angegeben wurde, in letzterer niemals das Mycelium des Parasiten an Orten nachweisen, welche von den sporangientragenden Schwielen entfernt waren, zumal nie in den Rhizomen. Dass Pr. macrosporus nicht zu den perennirenden Endophyten gehört, folgt hieraus von selbst.

Das häufige Vorkommen des Protomyces zumal auf Aegopodium und Meum wird, nachdem einmal die Keimung seiner Sporangien und das Eindringen seiner Keime in die Nährpflanze festgestellt ist, vollständig durch das Verhalten der reifen Sporangien während des Winters und folgenden Frühlings erklärt.

Wie schon oben erwähnt, bleiben wo nicht alle, doch jedenfalls die weitaus überwiegende Mehrzahl der Sporangien in dem Sommer, in welchem sie gereift sind, unverändert, sie überwintern. Sie können dabei jedenfalls starke Kälte ertragen. Nach dem Winter 1860—61, in welchem in hiesiger Gegend die Lufttemperatur während des Januars oft auf — 14° bis — 15° R. gesunken war, bei kaum nennenswerther Schneedecke, waren die im Freien überwinterten Protomycessporangien allgemein leicht zur Keimung zu bringen. Die Keimung tritt am leichtesten und schnellsten im Frühling ein. Sporangien, welche Anfangs November 1860 nach Eintritt der Winterfröste auf Aegopodium gesammelt und sofort im geheizten Zimmer in Wasser gebracht worden waren, zeigten am 2. Dezember die ersten Keimungen. Andere an demselben Standorte wie die ersten den 25. Januar 1861 bei Thauwetter gesammelte keimten im Zimmer am 5. Februar. Eine Portion, welche im Februar an aufthauenden alten

Aegopodiumblättern gesammelt und dann trocken aufbewahrt worden war, wurde am 23. Mai in Wasser gebracht: schon am 27. Mai viele Keimungen. Die Keimung geht mit derselben Leichtigkeit wie in mit Wasser gefüllten Gefässen, auch auf nasser Erde, nassem Sande, feuchtem Löschpapier vor sich. Sie tritt in beiden Fällen keineswegs gleichzeitig bei allen Sporangien einer Schwiele ein, vielmehr kann man in einer Cultur oft wochenlang (z. B. vom 2. December bis zum 27. Januar) tagtäglich neue Keimungen beobachten. Auch die Ejaculation findet nicht nur im Wasser, sondern auch auf nur feuchter Unterlage statt, die Sporen werden hier bis auf eine Entfernung von 1—2 Cm. senkrecht nach oben geschleudert. Befestigt man eine angefeuchtete Glasplatte etwa 1 Cm. über den auf feuchtem Boden keimenden Sporangien, so findet man auf ihr nach kurzer Zeit einzelne Gruppen, und nach etwa 12 Stunden eine ungeheure Anzahl ejaculirter und copulirter Sporen. Nach allen diesen Daten müssen die ersten Keimungen im Freien an den ersten warmen und nassen Frühlingstagen, also gleichzeitig mit dem Hervorkommen der ersten Blätter und Laubstengel aus dem Boden eintreten und in der späteren Frühlingszeit bei feuchter Witterung immer neue den ersten folgen. Hunderte von Sporangien sind in jeder Schwiele enthalten und Hunderte von Sporen entstehen in jedem Sporangium; es liegt daher auf der Hand, dass von einer reifen Schwiele aus viele junge Blätter und Triebe mit Protomyces besäet werden können. Und der Umstand, dass oft grosse und viele beisammen stehende Stöcke von Aegopodium und Meum ganz mit Protomycesschwielen bedeckt sind, bedarf keiner besonderen Erklärung wenn man bedenkt dass genannte Pflanzen perenniren und dass ihre vorjährigen, die reifen Sporangien des Parasiten tragenden Blätter in unmittelbarer Nähe der im Frühling über den Boden tretenden Laubtriebe liegen. —

Eine andere Form von Fructificationsorganen als die beschriebenen besitzt Protomyces macrosporus, soweit meine Untersuchungen wenigstens reichen, nicht. Caspary hat (a. a. O.) die Vermuthung ausgesprochen, Protomyces macrosporus gehöre in den Entwicklungskreis der Peronospora Umbelliferarum Casp., und seine Sporangien entsprächen den Organen, welche Caspary bei Peronospora densau und Peronospora pygmaea untersucht und Sporangien genannt hat; und auch mir (S. Bot. Ztg. 1859, p. 404) schien manches hierfür zu sprechen, zumal der Umstand dass Protomyces und Peronospora nicht selten auf einem und demselben Blatte von Meum oder Aegopodium mit einander vorkommen. Die scheinbare Aehnlichkeit zwischen den Organen von Protomyces und Peronospora, durch welche jene Vermuthung begründet werden sollte, reducirt sich aber bei genauerer Betrachtung auf das Blauwerden ihrer

Zellmembranen durch Jod und Schwefelsäure. Das Mycelium der P. Umbelliferarum besteht aus weiten querwandlosen und mit zahlreichen bläschenförmigen Haustorien an die Zellen der Nährpflanzen befestigten Schläuchen, es ist also dem des Protomyces, welches oben beschrieben wurde, durchaus unähnlich. Die sogenannten Sporangien der Peronospora densa und pygmaea scheinen allerdings nach Caspary's Beschreibung ähnlichen Bau wie die von Protomyces zu haben, allein bei genauerer Untersuchung erweisen sie sich von diesen durchaus verschieden. Sie bestehen, wie ich anderwärts[13]) nachgewiesen habe, zur Zeit der Reife aus einer kugeligen Fortpflanzungszelle, welche von einer aus Cellulose gebildeten (durch Jod und Schwefelsäure blau werdenden) Innenhaut und einer derben bräunlichgelben Aussenhaut bekleidet, und in eine derbwandige kugelige Blase (Mutterzellhaut) locker eingeschlossen sind. Die Fortpflanzungszelle entwickelt sich in Folge einer geschlechtlichen Befruchtung durch eine Antheridie, ist daher als Oospore, die Blase von der sie eingeschlossen wird als Oogonium zu bezeichnen. Peronospora Umbelliferarum Casp. hat Oogonien und Oosporen, welche, abgesehen von Speciesunterschieden, den nämlichen Bau besitzen wie bei den von Caspary untersuchten Arten und gleich den entsprechenden Organen dieser mit den Sporangien von Protomyces nur oberflächliche Aehnlichkeit zeigen[14]). Wie hiernach zu erwarten und durch zahlreiche Culturversuche festgestellt ist, entsteht denn auch niemals Protomyces aus der Aussaat von Peronospora oder umgekehrt.

2. Protomyces endogenus.

(Taf. XXVII. Fig. 8—10.)

Ausser der Beschreibung und Abbildung, welche Unger 1833 von dem in der Ueberschrift genannten, durch Rabenhorst (D. Krypt. Fl.) in Pr. Galii umgetauften Pilze gegeben hat, und einigen mehr oder minder misslungenen Reproductionen derselben sind mir keine Arbeiten über diesen Parasiten bekannt. Derselbe ist bis jetzt ausschliesslich in dem Galium Mollugo gefunden worden. Die von dem Pilze bewohnten Exemplare dieser Pflanze zeichnen sich meistens durch ein eigenthümliches, von Unger vortrefflich beschriebenes Ansehen aus. Alle Internodien sind abnorm kurz, halb oder nur

---

[13]) Ann. sc. nat. 4e. Série Tom. XX, (pl. VII, fig. 9.)

[14]) Vgl. die citirte Abhandlung pl. IV, Fig. 15.

viertels so lang und oft dicker wie normale, und von blaulich schwarzer nur an den Kanten grüner Farbe. Die Knoten sind angeschwollen, schwarz und tragen Blatter, welche gleichfalls viel kürzer als an normalen Stöcken und meist zu beiden Seiten des Mittelnerven mit einem schwarzen Streifen versehen sind. Alle Triebe der befallenen Pflanze zeigen in der Regel diese Beschaffenheit, die Pflanze erscheint daher dicht buschig. Sie bleibt in den meisten Fällen niedrig und ganz ohne Blüthen, ich habe Stöcke beobachtet, welche den ganzen Sommer über nur 16 Cm. hoch wurden. Zuweilen erreichen jedoch Protomyces tragende Pflanzen ihre normale Höhe und bilden normale Blüthen; ob sie Frucht tragen habe ich nicht untersucht.

Durchschnitte durch ein jüngeres Internodium der befallenen Stöcke (Fig. 8) — am besten tangentiale Längsschnitte — zeigen die Intercellularräume des Rindenparenchyms und meistens auch des Markes fast sämmtlich erweitert und von dem Parasiten erfüllt. Man findet auf Längsschnitten sehr leicht sein Mycelium, das aus cylindrischen, reich verzweigten, mit Querwänden versehenen, meist etwa $^1/_{150}$ Mm. dicken Hyphen besteht. Die Hyphen besitzen eine zarte farblose Membran und einen ebenfalls farblosen, durch viele Fettkügelchen körnigen Inhalt. Einzelne in der Continuität der Myceliumfäden zerstreute kurze Gliederzellen schwellen früh zu elliptischen Blasen an, die anfangs eine wandständige von grossen Vacuolen durchsetzte Protoplasmaschicht umschliessen, später ganz von Protoplasma erfüllt werden, welches zuletzt durch Fettansammlung dicht und grob körnig wird, während die ganze Zelle nach und nach Bau und Grösse der reifen „Spore“ annimmt (Fig. 10).

Die reifen Sporen (Fig. 9) sind in der Regel rundlich oder breit elliptisch, durch den Druck der umgebenden Theile oft hie und da abgeplattet und stumpfeckig, etwa $^1/_{65}$ bis $^1/_{60}$ Mm. gross. Schmal elliptische (z. B. $^1/_{56}$ Mm. lang, $^1/_{80}$ Mm. breit) oder ganz unregelmässige Formen findet man zuweilen. Die Wand der reifen Spore besteht der Hauptmasse nach aus einer dicken dunkelbraunen Membran, welche in zwei Schichten, eine dunkler gefärbte äussere und eine hellere innere gesondert ist. Jene wird überzogen von einer ganz oder beinahe farblosen dünnen Haut — der primären Membran, an deren Innenfläche sich die braune während des Reifens allmählich ausbildet. In Schwefelsäure bleibt die primäre Haut lange unverändert; die braune quillt stark auf ohne dabei an Umfang merklich zuzunehmen, also unter starker Verengung des Innenraumes; sie nimmt dabei eine schmutzig schwarzbraune Farbe an und platzt zuletzt häufig mit einem unregelmässigen Querriss. Eine blaue Cellulosefarbung konnte weder bei den Sporen noch irgend einem andern Theile des Pilzes erhalten werden. Der

Inhalt reifer Sporen besteht grösstentheils aus kleinen Fettkörnchen, zwischen welchen oft ein grosser heller Kreis (Vacuole?) durchschimmert.

Um die ersten an irgend einer Stelle angelegten und reifenden Sporen herum treibt das Mycelium einige Zeit lang immer neue und neue Sporen bildende Zweige (Fig. 10). Man findet daher die Intercellularräume oft von wirren Myceliumgeflechten angefüllt, in welchen Sporen aller Entwickelungsgrade unordentlich durcheinander liegen (Fig. 8). Auf dicken Schnitten, zumal Querschnitten, können die Myceliumgeflechte leicht als unförmliche Massen einer grobkörnigen Substanz erscheinen und dieser Umstand hat Unger in seiner vor 30 Jahren erschienenen Arbeit zur Annahme einer homogenen körnigen Matrix, in welcher sich die Sporen frei bildeten, veranlasst.

In den Stengelknoten, wo er besonders reichlich aufzutreten pflegt, und in den Blättern, wo er das Parenchym an der Basis und zu beiden Seiten des Mittelnerven bewohnt, zeigt der Pilz die gleiche Beschaffenheit, welche oben beschrieben wurde. Die schwärzliche Farbe der befallenen Theile rührt von seinen Sporen her.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass Protomyces endogenus von einem Punkte aus die ganze Pflanze zu durchwuchern vermag. Man kann sein Mycelium continuirlich durch alle Theile bis in das Rhizom hinab verfolgen und in junge eben austreibende Sprosse eintreten sehen; in allen Theilen bildet es mehr oder minder zahlreiche Sporen. Ob es im Rhizome perennirt kann ich nicht mit Sicherheit angeben. Die Myceliumfäden laufen vorzugsweise, doch nicht ausschliesslich der Länge der Pflanzentheile nach und bleiben überall streng intercellular, nie sah ich irgend einen Theil ins Innere der Zellen dringen.

In den älteren Theilen der befallenen Pflanze tritt allmählich die völlige Reife des Pilzes ein, alle Sporen erhalten die oben beschriebene Beschaffenheit, es werden keine neuen mehr gebildet, das Mycelium wird allmahlich unkenntlich. Zuletzt vertrocknet der ganze Pflanzentheil, wobei häufig die von reifen Sporen erfüllte, von der Epidermis bekleidete Rinde des Stengels in grossen Lappen von dem Holzkörprr losspringt.

Die Keimung der Sporen konnte ich ungeachtet wiederholter Versuche nicht beobachten. Frisch gereifte und überwinterte Sporen blieben immer anscheinend unverändert, ob ich sie in Wasser oder feuchte Luft oder auf feuchten Boden brachte. Ob sie mit Recht den Namen Sporen führen, muss daher einstweilen dahingestellt bleiben.

3. Physoderma Eryngii.

(Tafel XXVII, Fig. 11.)

Physoderma Eryngii *Corda*[15]) bewohnt die frischen Blätter von Eryngium campestre. Es bildet an denselben meistens sehr zahlreiche flache bräunliche Pusteln oder Anschwellungen, die in der Regel nach beiden Blattflächen hin vorspringen, rundlich oder länglich und selten über 1 — 1½ Mm. gross sind. Wie schon Corda beschrieben hat liegen die Pusteln in den Areolen des Adernetzes, einerseits an ein Gefässbündel angelehnt oder die Areole vollständig ausfüllend.

An dem gesunden Blatte von Eryngium campestre besteht das von der Epidermis bedeckte Diachym der Areolen aus drei Gewebsschichten. Der oberen Blattfläche zugekehrt ist eine mächtige Schicht chlorophyllreichen Parenchyms, bestehend aus cylindrischen Zellen, welche mit ihrer Längsachse senkrecht zur Blattoberfläche gestellt und in ziemlich regelmässige, gleichfalls zur Blattfläche senkrechte Reihen geordnet sind. Sämmtliche Reihen sind dicht aneinander gedrängt, jede derselben aus drei bis vier Zellen gebildet. Die der unteren Blattfläche zugekehrte Schicht ist der oberen im Wesentlichen gleich, wenigstens können die vorhandenen geringen Unterschiede hier unberücksichtigt bleiben. Zwischen der oberen und unteren liegt eine Mittelschicht, welche aus drei bis vier Lagen grosser rundlicher chlorophyllarmer oder ganz farbloser und locker verbundener Parenchymzellen besteht. In dieser Mittelschicht verlaufen die feinsten, nicht über die Oberfläche vorspringenden Zweige der Gefässbündel.

Durchschnitte durch reife von dem Pilze bewohnte Pusteln zeigen den von der Mittelschicht eingenommenen Raum mehr oder minder erweitert und von den massenhaft und ordnungslos angehäuften Fortpflanzungszellen des Pilzes, welche einstweilen Sporen genannt werden mögen, grösstentheils ausgefüllt; die Zellen der Mittelschicht sind verdrängt, zusammengedrückt, oft ganz unkenntlich, zwischen der Sporenmasse findet man oft einen vertrockneten braun gefärbten Gefässbündelzweig. Die obere und untere Parenchymschicht sind durch die Erweiterung des Mittelraumes zwischen ihnen auseinander gedrängt, ohne dabei selbst an Dicke zugenommen zu haben; zwischen den zur Blattfläche senkrechten Zellreihen, aus welchen sie bestehen, liegen gleichfalls zahllose Sporen des Parasiten in regelmässige Reihen oder Doppelreihen, manchmal auch

---

[15]) Ausgegeben in Fuckels fung. Rhenan. Nro. 261.

in vielreihige längliche Gruppen geordnet, welche sämmtlich die gleiche Stellung wie die Zellreihen des gesunden Blattgewebes haben und von der Mittelschicht bis unter die Epidermis verlaufen. Die Elemente des chorophyllführenden Parenchyms sind auf den ersten Blick oft ganz unkenntlich, so sehr sind sie durch den Pilz zusammengedrückt. Bei genauerer Untersuchung findet man jedoch noch dieselben Reihen wie in dem gesunden Blatte, die einzelnen Zellen sind aber an den Seiten her stark und unregelmässig comprimirt, ihr Inhalt von der farblosen Membran zurückgezogen und hellbraun gefärbt, wovon die charakteristische Farbe der ganzen Pustel zum grössten Theil herrührt. Die Epidermis ist auf der Oberflache der Pusteln meistens unversehrt, oft aber auch unregelmässig geborsten.

Die reifen Sporen des Pilzes sind, wie schon Corda's Abbildung zeigt, von sehr verschiedener Gestalt, im Allgemeinen rundlich, meistens mit einzelnen vorspringenden Ecken, welche nicht selten zu kurzen stielartigen Fortsätzen ausgezogen sind, versehen. Auch die Grösse der Fortpflanzungszellen ist sehr verschieden, bei den meisten mag der grösste Durchmesser $\frac{1}{45}$ bis $\frac{1}{60}$ Mm. betragen. Sie haben eine farblose oder hellgelbbraune Membran, deren Dicke dem halben Radius der Zelle gleich oder grösser ist. Die erwahnten Ecken und Fortsätze an der Oberfläche gehören immer der Membran allein an, der Innenraum ist immer von regelmässig abgerundeter kugeliger oder ovaler Gestalt. Die Membran besteht aus drei Lagen, von denen die äussere und innere ziemlich dünn, aber derb, stark glanzend sind und durch Schwefelsäure wenig aufquellen. Zwischen beiden liegt eine dicke Lage von schwach lichtbrechender Substanz, welche die Hauptmasse der Membran ausmacht. Sie hat das Aussehen gallertiger Zellenmenbranen, ist oft zart geschichtet und quillt in Schwefelsaure stark auf. Eine Blaufärbung durch die bekannten Reagentien habe ich bei keinem Theile der Membran eintreten sehen. Der Inhalt der Sporen besteht aus einer gleichformig fein- oder grobkornigen fettglänzenden Substanz, in seiner Mitte sah ich oft einen runden hellen Raum.

Die Entwickelung der Sporen kann man am besten an solchen Pusteln verfolgen, welche kaum über die Blattfläche hervorragen, noch nicht braun sondern grünlichgelb gefärbt sind und hierdurch ihren jugendlichen Entwickelungszustand anzeigen. Auf Durchschnitten durch dieselben findet man zunächst einzelne reife Sporen des Physoderma zwischen den theils noch mit grünem gesundem. theils schon braungefarbtem Inhalt versehenen Zellenreihen der oberen und unteren Parenchymschicht. Trennt man die einzelnen Reihen von einander, so findet man das Mycelium des Parasiten: zahlreiche feine etwas wellig gebogene und vielfach verzweigte Pilzfäden,

deren Dicke etwa 1/900 Mm., selten mehr beträgt. Die Fäden sind sehr zartwandig, mit homogen-trübem Protoplasma erfüllt; Querwände habe ich in ihnen nicht gefunden. Sie sind durch die ganze junge Pustel reichlich verbreitet, drängen sich zwischen die Zellen der grünen Parenchymschichten und der farblosen Mittelschicht und umspinnen jene allenthalben, ohne jedoch wie die Myceliumfäden anderer Schmarotzerpilze dicke die Zellen zusammendrückende Geflechte zu bilden und ohne in die Zellen selbst einzudringen.

Es ist nun nicht schwer, ziemlich reife Sporen im Zusammenhange mit solchen Fäden und die Entwickelung jener an den letzteren zu finden. Diese Entwickelung gleicht sehr der für die Sporangien von Protomyces macrosporus bekannten. Als erstes Stadium findet man in der Continuität der Fäden kugelige Anschwellungen, anfangs noch zart und einfach contourirt, aber mit dunkler körnigem Protoplasma als der Faden selbst erfüllt. Später werden die Anschwellungen grösser, durch deutliche Querwände von dem Faden, welcher sie trägt, abgegrenzt, und mit einer derben farblosen, durch Doppellinien umschriebenen Membran versehen. In ihrem körnigen Protoplasma ist jetzt ein centraler runder heller Raum meistens sehr deutlich zu sehen. So beschaffen erhalten die Zellen nahezu die Grösse reifer Sporen und bilden sich direct zu diesen aus, indem die Membran allmählich die oben beschriebene Dicke und Structur annimmt. Die vorspringenden Ecken und stielartigen Fortsätze der reifen Sporen entsprechen ihren Insertionsstellen an den Fäden des Myceliums. Auch die halbreifen Sporen findet man oft zu Reihen oder unregelmässigen Knäueln fest vereinigt. Ob solche sich aus unmittelbar aneinander stossenden Anschwellungen eines einzigen Fadens entwickeln können oder immer mehreren dicht zusammengedrängten Fäden ihre Entstehung verdanken, konnte ich nicht ermitteln. Alle jugendliche Sporen, beren Ursprung und Insertion ich deutlich beobachten konnte, sassen einzeln in der Continuität der Fäden. Indem sich die Zahl der Sporen und wohl auch eine Zeit lang noch die der Myceliumzweige, an welchen jene fortwahrend neu entstehen, peträchtlich vermehrt, werden die Räume zwischen den Zellen des Eryngiumblattes mehr und mehr erweitert und mit den Organen des Pilzes angefüllt, die Zellen selbst in gleichem Maasse zusammengedrückt, die beschriebene Structur der reifen Pusteln hergestellt. Bei den Exemplaren, welche ich untersucht habe, bildete sich der Pilz mmer zuerst in den peripherischen Schichten des Blattes und erst später in der Mittelschicht aus. In letzterer ist es auch bei ziemlich reifen Pusteln und selbst bei getrockneten Exemplaren oft leicht das Mycelium des Pilzes, seinen Zusammenhang

mit reifen Sporen und Jugendzustände der letzteren zu finden, wenn man die unordentliche Pilzmasse vorsichtig auseinanderzupft. Jedoch werden die Myceliumfäden seltener in dem Maasse als die Zahl reifer Sporen sich vermehrt; sie scheinen mit Ausbildung der letzteren zu Grunde zu gehen und aufgelöst zu werden.

Weitere Verfolgung der Entwickelungsgeschichte von Physoderma Eryngii erlaubte mir das zu Gebote stehende Material, welches ich der freundlichen Zusendung von L. Fuckel verdanke, nicht; wo ich in hiesiger Gegend Eryngium campestre erreichen konnte, war die Pflanze von dem Parasiten frei.

Die beschriebene Entwickelungsgeschichte steht mit einigen Angaben Corda's in so grellem Widerspruch, dass ich den von mir untersuchten Parasiten nimmermehr für Corda's Ph. Eryngii halten könnte, wenn nicht die Abbildungen, die genannter Autor von den reifen Sporen gibt, die Identität unserer beiden Pilzformen fast ausser allen Zweifel setzten. Wenn ich Corda's Beschreibung recht verstehe, so fasst er den Bau der Physoderma-Pusteln in folgender Weise auf. Dem in der Mittelschicht des Diachyms verlaufenden Gefässbündel sitzt eine dem Parasiten angehörende „Sporen erzeugende Zellschicht“ auf, aus kurzen aufrechten schmalen Zellchen bestehend, welche mit ihren Spitzen der Sporenmasse (die in dem zerstörten chlorophyllhaltigen Diachym der einen Blattseite liegt) zugewendet sind. „Wir glauben,“ fährt Corda fort, „dass diese Zellen die Sporen ebenso erzeugen, wie dieses bei den Aecidien geschieht.“ Nach dem, was ich gesehen habe, kann ich mir diese Angaben ebensowenig erklären, wie die zu ihrer Erläuterung dienende Figur 4; es sei denn, dass Corda nur alte Pusteln und ungeeignete Durchschnitte derselben untersucht und sich durch letztere über den richtigen Sachverhalt hätte täuschen lassen. Letztere Vermuthung erhält allerdings einige Wahrscheinlichkeit dadurch, dass Corda's Zeichnungen von dem Blattdiachym selbst mit der Natur nicht übereinstimmen.

4. Protomyces Menyanthis.

(Tafel XXVII, Fig. 1—7.)

In meiner Arbeit über die Brandpilze (p. 19) habe ich die reifen Fortpflanzungszellen eines Schmarotzerpilzes beschrieben, welcher mir nach der Beschaffenheit dieser Organe in die Verwandtschaft von Protomyces macrosporus zu gehören schien. Neuere Untersuchungen machen es möglich, jene Beschreibung zu berichtigen und zu vervollständigen. Protomyces Menyanthis bewohnt die Blätter und Blattstiele von

Menyanthes trifoliata. Er wurde von mir 1852 einmal bei Berlin, von Fuckel[16]) im Rheingau gefunden, seit 1858 sah ich ihn alljährlich vom Juni bis October in den Torfmooren am Ufer des Titisees im Schwarzwald; an anderen Orten dieses Gebirges, wo Menyanthes reichlich wächst, habe ich ihn bis jetzt vergeblich gesucht. Die vom Pilze bewohnten Blätter sind meistens (an den Fuckel'schen Exemplaren, welche ich besitze, allerdings nicht) kleiner als normale, die Foliola oft schmal lanzettlich und nur 2 — 3 Cm. lang, häufig auch von bleicherer Farbe als gesunde Blätter. Sie zeigen auf dem Stiel und der Lamina mehr oder minder zahlreiche Flecke von brauner oder (wenn Erythrophyll in den Zellen des Blattes enthalten ist) violettbrauner Farbe, rundlicher oder länglicher Gestalt, punktförmig klein bis 1 und 2 Mm. gross. Die grösseren springen in Form flacher Pusteln nach aussen vor. Auf Durchschnitten durch solche Pusteln findet man innerhalb der unversehrten braungefärbten Epidermis die Zellen des Parenchyms mit hellbrauner Membran und geschrumpftem braungefärbtem Inhalt versehen, letzterer umschliesst die Sporen des Parasiten. Diese sind immer nur im Innern der Parenchymzellen, niemals in den weiten luftführenden Intercellulargängen enthalten (Fig. 1). Im Innern dieser Zellen werden daher auch die Jugendzustände des Pilzes zu suchen sein. Auf Durchschnitten durch junge Protomycesflecke, welche dem blossen Auge erst als kleine braune Punkte erkennbar sind, findet man die zunächst unter der Epidermis liegenden Parenchymzellen braun und in ihrem Innern reife oder reifende Sporen. Die nach Innen und seitlich angrenzenden Theile des Parenchyms zeigen dagegen ziemlich normale, unveränderte Beschaffenheit ihrer Zellen, die Membranen sind farblos, Zellkern, durchsichtiger wenig körniger Primordialschlauch, Chlorophyllkörner, klarer wässeriger Zellsaft wie in gesunden Blättern vorhanden (Fig. 2, 3). Bei hinreichend starker Vergrösserung erkennt man aber in diesen anscheinend gesunden Zellen zarte farblose Bläschen und sehr feine quer oder schräg durch die Zellenlumina verlaufende Fäden. Letztere stellen das Mycelium des Protomyces dar. Sie sind farblos, anscheinend ganz homogen, durchscheinend; Querwände konnte ich in ihnen nicht finden. Ihren Querdurchmesser ganz genau zu messen war mir nicht möglich: nach ziemlich sicherer Schätzung mag derselbe etwa 1/300 Mm. betragen. Bei solcher Beschaffenheit kann man die Fäden

---

[16]) Enum. Fungor. Nassoviae, und Fung. Rhenan. Nro. 260, als Physoderma Menyanthis Rabenh. Rabenhorst hat aber dem Pilze keinen Namen gegeben.

leicht mit Protoplasmaströmchen verwechseln; allein auch abgesehen von ihren nachher zu erwähnenden Eigenthümlichkeiten, erkennt man bei genauerer Untersuchung leicht, dass sie nie einer Zelle allein angehören, sondern, die Membranen durchbohrend, von einer in die andere dringen. Von dem schon sporenführenden Mittelpunkt der jungen Pustel aus kann man sie oft viele Zellenlagen weit in den Umkreis und in die Tiefe verfolgen. Dass sie in der That die Zellwände durchbohren, ist auf guten Präparaten ohne Weiteres zu erkennen. Sehr schön tritt dieses Verhalten nach Einwirkung von Jodlosung hervor; die Fäden selbst werden durch diese gelblich gefärbt und deutlicher, die Primordialschläuche der Parenchymzellen ziehen sich zusammen, und man sieht sehr oft, wie ein Faden aus einem Primordialschlauch heraus gegen die Zellwand läuft, diese durchbohrend in die Nachbarzelle eintritt, und so weiter. Ausnahmslos dringen die Fäden immer nur unmittelbar aus einer Zelle in die andere, niemals sah ich sie in die Intercellulargänge treten. Anderswo als in den sporenbildenden Pusteln sah ich die Myceliumfäden nicht; hieraus und aus der scharfumgrenzten Gestalt und geringen Grösse der Pusteln ist zu schliessen, dass das Wachsthum des Myceliums ein begrenztes ist.

Die meisten Myceliumfäden schwellen dicht bei ihrer Eintrittsstelle in eine Parenchymzelle zu eiförmigen oder verkehrteiförmigen Blasen an, deren Länge zunächst $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ des Querdurchmessers der Parenchymzelle beträgt (Fig. 2, 3). Aus dem der Eintrittsstelle abgekehrten Ende der Blase sprossen dann wiederum 1 bis 3 Myceliumfäden hervor, welche in benachbarte Zellen dringen. Auf demselben Ende der Blasen findet man sehr häufig ein Büschelchen sehr feiner und kurzer, in ein Knöpfchen endigender Fäden (Fig. 3), welche bald verschwinden und über deren Bau und Zweck ich nichts Näheres angeben kann. Selten kommen die weiter vordringenden Myceliumzweige aus der Seite der Blasen, noch seltener sah ich die Myceliumfäden ohne blasige Anschwellung quer durch die Zelle laufen. Die Blasen haben sehr zarte Membran und anfangs einen homogenen, kaum einige Körnchen führenden, durch Jod gelb werdenden Protoplasmainhalt. Viele derselben theilen sich sehr bald durch eine Querwand in zwei ziemlich gleich grosse Hälften, von denen ich die der Eintrittsstelle zugekehrte immer mit Protoplasma erfüllt fand, die andere oft leer, d. h. nur mit wässeriger Flüssigkeit erfüllt ist, ihr Protoplasma also wohl an die ihr entsprossenden Fäden abgegeben hat. Sehr oft bleiben jedoch beide Hälften gleichmässig von Protoplasma erfüllt, und wohl in der Mehrzahl der Blasen tritt gar keine Querwand auf. Eine von dem Parasiten befallene Zelle enthält fast immer mehrere Blasen mit den dazu-

gehörenden Myceliumfäden. Von jenen zählte ich an ganz deutlichen Präparaten oft 6 bis 8, andere Zellen enthalten ihrer aber jedenfalls noch mehr.

Aus den beschriebenen blasigen Anschwellungen des Myceliums entwickeln sich die Sporen des Protomyces; ob nur aus den ungetheilten oder auch aus den protoplasmaführenden Hälften der quergetheilten kann ich nicht entscheiden. Geht man von dem Umfange gegen die reife Mitte einer jungen Pustel, so findet man zahlreiche Zwischenstufen zwischen den beschriebenen blasigen Anschwellungen und den reifen Sporen. Jene werden zunächst grösser und in ihrem Innern treten dunkel umschriebene Fettkörnchen auf, welche um so grösser und zahlreicher werden, je mehr die Blase wächst, und diese zuletzt dicht erfüllen (Fig. 4). Der Umriss der letzteren bleibt bis zur Vollendung des Wachsthums sehr zart, durch eine einfach feine Linie angedeutet; erst nach beendigter Ausdehnung tritt eine derbere, alsbald durch Doppellinien umschriebene Membran auf. Je mehr die Sporen heranwachsen, desto blasser und undeutlicher werden die Myceliumfäden, an welchen sie sitzen. Ein einziges Mal nur habe ich eine fast völlig verwachsene noch zarthäutige Spore in deutlichem Zusammenhang mit einem Myceliumfaden gesehen (Fig. 4), meistens ist solcher bei grösseren Sporen gar nicht mehr zu finden, und der Ursprung der letzteren müsste zweifelhaft bleiben, wenn sich nicht zwischen ihnen und jüngeren deutlich mit dem Mycelium zusammenhängenden alle Entwickelungsstufen leicht finden liessen.

Hat das Wachsthum der in einer Parenchymzelle enthaltenen Sporen begonnen, so kömmt alsbald ein weiterer Umstand hinzu, der die Verfolgung ihrer Entwickelungsgeschichte erschwert. In der Zelle verschwindet nämlich das Chlorophyll, der Zellkern wird unsichtbar, und der ganze Inhalt wird durch eine rasch wachsende Menge von Körnchen dergestalt getrübt, dass eine Auffindung der Myceliumfaden kaum mehr möglich, und selbst die zarten Umrisse der jüngeren Sporen oft nur schwer sichtbar sind. Man sieht häufig Sporen verschiedenen Alters innerhalb der Zellen in einer dicht körnigen Flüssigkeit suspendirt, ohne Spur von Myceliumfäden (Fig. 5), so dass es genau aussieht, als ob die Sporen durch freie Zellbildung in dem krankhaft veränderten Inhalt der Parenchymzellen entständen. Wären die Jugendzustände des Pilzes nicht bekannt, so könnte es gar kein Object geben, welches geeigneter als jene Zellen wäre, um eine Täuschung zu Gunsten der Lehre von der sogenannten Heterogenie zu veranlassen. Mit der Reife der Sporen nimmt die körnige Inhaltsmasse der Parenchymzellen eine braune, zuletzt rothbraune Farbe an und schrumpft zu einer harten, spröden, fast homogenen Masse zusammen, welche die Sporen einschliesst und mit-

einander verklebt (Fig. 6, 7 *b*). Auch die Membran der Zellen, welche vom Pilze bewohnt werden, so wie die der benachbarten nicht befallenen Zellen, wird braun und vertrocknet.

Die reifen Sporen (Fig. 6, 7) sind breit eiförmig, meist $^1/_{50}$ bis $^1/_{40}$ Mm. lang. Sie haben eine einfache ungeschichtete farblose Membran, welche so wenig wie irgend ein anderer Theil des Pilzes blaue Cellulosereaction zeigt. Der Inhalt besteht aus einer wandständigen Schichte von Fettkörnchen, innerhalb welcher eine homogene farblose Masse liegt, auf den ersten Blick einer Vacuole gleichsehend, aber wie genauere Untersuchung zeigt, gleichfalls zum grössten Theile aus Fett bestehend.

In reifen Pusteln findet man eine bis fünf und sechs Sporen in einer Parenchymzelle; in jüngeren sah ich oft Sporen verschiedenen Reifegrades in einer Zelle beisammen, und in solchen Zellen, deren Lumen von einigen fast reifen Sporen grösstentheils ausgefüllt war, fast immer einzelne, welche die Grösse der ursprünglichen Myceliumsanschwellungen kaum überschritten. Es scheint daher, als ob von letzteren eine Anzahl unentwickelt bliebe (vergl. Fig. 5).

Mit meinen Versuchen die Keimung der Sporen zu erhalten bin ich nicht glücklicher gewesen als bei Pr. endogenus.

5. Physoderma maculare und pulposum.

Das Wallroth'sche Originalexemplar von Ph. maculare (Taf. XXVII, Fig. 13) besteht in einem durch die lange Aufbewahrung im Herbarium braun gewordenen Blatte der schmalblätterigen Form von Alisma Plantago. Auf der Lamina dieses Blattes befinden sich zahlreiche zerstreute längliche, 1—1½ Mm. lange schwarzbraune Flecke, welche alle durch die Blattsubstanz durch, von der oberen zur unteren Fläche gehen. Auf der oberen Fläche springen sie in Form flacher Schwielen vor, auf der unteren wenig oder gar nicht. Der Blattstiel zeigt einige ähnlich aussehende aber kleinere Flecke. Durchschnitte durch die braunschwarzen Stellen der Lamina zeigen, soweit genannte Färbung reicht, im Innern aller Zellen des Blattparenchyms und der Epidermis grosse braunhäutige Körper, welche jedenfalls als die Sporen des Parasiten bezeichnet werden dürfen. Nur in den Schliesszellen der Spaltöffnungen und in den beiden schmalen an diese angrenzenden Epidermiszellen fehlen die Sporen immer. Sie liegen einzeln oder zu 2 bis 3 in einer Zelle; ausser ihnen fand ich in letzterer nach dem Aufweichen nur spärliche Reste der normalen Inhaltsbestandtheile und wässerige

Flüssigkeit. Die Sporen sind breit eiförmig, $1/_{40}$ bis $1/_{32}$ Mm. lang und mit einer mässig dicken, schön braunen nicht geschichteten Membran versehen. Diese umgibt einen fettglänzenden farblosen Inhalt, der bei den einzelnen Exemplaren, offenbar in Folge des Trocknens, sehr verschiedene Anordnung zeigte, deren ausführliche Beschreibung zwecklos wäre. Ob er von einem zarten farblosen Endosporium unmittelbar umgeben wird, konnte ich nicht sicher entscheiden. Junge Entwickelungszustände der Sporen oder Myceliumfäden sah ich in den Zellen des Alismablattes nicht. In den Intercellularräumen fand ich niemals die Sporen, dagegen verlaufen in denselben allenthalben einzelne farblose Fäden, offenbare Pilzhyphen von etwa $1/_{600}$ Mm. Dicke. Einen Zusammenhang dieser mit den intracellularen Sporen konnte ich nicht auffinden, ob sie demselben Parasiten, wie diese angehören, bleibt daher zweifelhaft.

Ein ganz sonderbares Gebilde ist Wallroth's Physoderma pulposum (Taf. XXVII. Fig. 12). Die Exemplare des Wallroth'schen Herbars bestehen in einigen kleinen beblätterten Aestchen von Atriplex angustifolia, deren Internodien mit dicken, etwa 1 Mm. grossen schmutzig-braunen Warzen dicht besetzt sind. Aehnliche Warzen finden sich in geringerer Zahl auf den Blättern. In den am Stengel befindlichen ist das von der Epidermis überzogene Rindenparenchym von der Bastschichte losgetrennt und weit abgehoben, der Raum zwischen beiden Theilen wird eingenommen von einem eigenthümlichen grobmaschigen Netz oder Gerüst. Dieses besteht aus (bis $1/_{61}$ Mm.) dicken, cylindrischen oder plattgedrückten Fasern, welche in der Weise nach allen Richtungen hin verzweigt sind und mit einander anastomosiren, dass sie ein Netz mit unregelmässig vierseitigen Maschen bilden. Die Fasern sind farblos, glänzend, der Membran stark verdickter Bastfasern einigermassen gleichsehend, nicht geschichtet, die meisten solide, andere mit einer engen axilen Höhlung versehen. Jod färbt sie gelblich, in Schwefelsäure quellen sie wenig, Cellulosefärbung zeigten sie nicht. Wo das Netz an Bast und Rindenparenchym angrenzt, sah ich seine Fasern oft senkrecht gegen die Oberfläche dieser Gewebsschichten verlaufen, an dieser umbiegen und sich mit anderen Fasern zu einer Schlinge vereinigen. Hiernach läge also das Fasernetz als ein in sich abgeschlossener Körper zwischen Bast und Rindenparenchym eingeschoben. An anderen Stellen schien es mir jedoch, als ob die Fasern dünne, fadenförmige, reich verzweigte Aeste aussendeten, welche sich zwischen den Gewebselementen von Bast und Parenchym verbreiten. Dass solche dünne verzweigte Fasern oder Faden hier vorhanden sind unterliegt keinem Zweifel: ob sie aber mit dem beschriebenen Netze zusammengehören, oder zufällig vorhandene Pilzfäden sind, darüber konnte

ich an dem zu Gebote stehenden Material nicht in's Klare kommen. Die Lücken des Fasernetzes sind von freien braunen Zellen angefüllt, welche bis auf Weiteres Sporen heissen mögen. Es sind kugelige oder breit ovale, $\frac{1}{28}$ bis $\frac{1}{20}$ Mm. grosse Zellen mit doppelter Membran, nämlich einer derben hellbraunen Aussenhaut und einer zärteren in Schwefelsäure stark quellenden Innenhaut. Der Inhalt bestand aus einer fettglänzenden klumpig geschrumpften Masse.

Die in den Blättern vorhandenen Physoderma-Warzen bestanden aus Anhäufungen von Sporen, eingeschlossen in Höhlungen des Blattparenchyms und durchsetzt von einzelnen anastomosirenden, denen des beschriebenen Netzes gleichen Fasern.

Ein Zusammenhang zwischen Fasern und Sporen oder Jugendzustände beider Theile waren nirgends aufzufinden.

6. Zur Systematik.

Ueber die natürliche Verwandtschaft der Protomyces- und Physoderma-Arten und ihre Stellung im Systeme lässt sich auf Grund der mitgetheilten Resultate noch wenig Positives sagen.

Berücksichtigt man nur den Bau und die Entwickelung der innerhalb der Nährpflanze vorfindlichen Theile, ohne auf die Keimungserscheinungen Rücksicht zu nehmen, so ist zunächst einleuchtend, dass Physoderma pulposum mit den übrigen Formen nicht zusammengehört. Es ist durch das Fasergerüste ein ganz eigenthümliches räthselhaftes Gebilde, über welches von ferneren Untersuchungen Aufschluss zu erwarten ist.

Von den übrigen fünf Arten stimmen wenigstens die vier lebend untersuchten durch den Besitz eines freifädigen Myceliums, sowie durch die Entwickelungsweise der Fortpflanzungszellen an diesem überein. Auch in den Wirkungen, welche sie auf die Theile ihrer Nährpflanze ausüben, findet zwischen den einzelnen Arten eine unverkennbare Uebereinstimmung statt. Auf die Verschiedenheiten, welche im Einzelnen zwischen den Arten stattfinden, braucht nicht besonders aufmerksam gemacht zu werden. In Beziehung auf die Art ihres Vorkommens sondern sich die untersuchten Species in zwei Gruppen: die einen, nämlich Pr. macrosporus, endogenus und Ph. Eryngii entwickeln sich nur zwischen den Zellen ihrer Nährpflanze; Pr. Menyanthis, welchem man Ph. maculare wohl einstweilen anreihen darf, ist ein rein intracellularer Parasit. Man kann auf Grund dieser Verschiedenheit die beiden bezeichneten Gruppen als Gattungen unterscheiden und, wenn man will, die Namen Protomyces und Physoderma

in etwas veränderter Bedeutung zur Bezeichnung derselben anwenden. Natürliche Genera stellen die beiden Gruppen allerdings schwerlich dar: mir scheinen wenigstens schon die Verschiedenheiten in der Structur des Myceliums und der Fortpflanzungsorgane bei den 3 intercellularen Arten hinreichend gross zu sein, um es sehr unwahrscheinlich zu machen, dass sie einer natürlichen Gattung angehören; am nächsten scheinen noch Ph. Eryngii und Pr. macrosporus miteinander verwandt zu sein. Eine eingehende Discussion über die angedeutete Frage wäre zwecklos, so lange die Keimungsgeschichte von Pr. endogenus, Eryngii u. s. w. nicht bekannt ist, denn es wird niemand bestreiten, dass die Haupteigenthümlichkeit des Protomyces macrosporus in der Keimung seiner Sporangien liegt, und dass ein anderer Pilz erst dann, wenn seine Keimung gleichfalls bekannt ist, mit jenem verglichen werden kann.

Die Stellung im Systeme ist für die meisten Arten aus den gleichen Gründen wie ihre Verwandtschaft untereinander zur Zeit nicht bestimmbar. Von Protomyces macrosporus ist aber der ganze Entwickelungsgang ziemlich vollständig bekannt, und für ihn muss daher gefragt werden, welcher der gegenwärtig bekannten Pilzfamilien er ein- oder anzureihen ist. Vergleicht man ihn zunächst mit den einfacheren Pilzformen, denen er sich durch seine Lebensweise anschliesst, so kann nicht bezweifelt werden, dass er weder mit den Peronosporeen, an welche zunächst gedacht werden könnte, noch mit den Ustilagineen, noch mit den Uredineen nähere Verwandtschaft zeigt; mit den meisten hat er nicht einmal oberflächliche Aehnlichkeit. Auch unter den nicht parasitischen Fadenpilzen finde ich keinen, dessen Fortpflanzungsorgane den Sporangien des Protomyces füglich verglichen werden könnten. Diese zeigen dagegen, wie ich schon bei ihrer Beschreibung angedeutet habe, eine grosse Aehnlichkeit mit den Sporenschläuchen der Ascomyceten, der Pyreno- und Discomyceten. Sieht man ab von Verschiedenheiten in der Gestalt und Grösse der Theile, so verhält sich das Endosporangium nach seinem Austritte aus der umgebenden Aussenhaut im Wesentlichen ganz wie diejenigen Asci, in welchen der primäre Zellkern nicht gefunden wird und die Sporen ohne Zellkerne entstehen. Diese werden aus einem Theile des Protoplasma gebildet, der zu ihrer Bildung nicht verwendete Rest nach und nach aufgelöst. Die Ejaculation geschieht im Wesentlichen auf die gleiche Art wie bei den Ascis der Discomyceten (Peziza, Helvella, Exoascus u. s. w.). In dem einen wie dem anderen Falle bleibt die Membran des Ascus bis nach der Entleerung von einem Primordialschlauch ausgekleidet. Dass die grosse Zahl der in einem Schlauch entstehenden Sporen der Vergleichung nicht im Wege steht, zeigen die sehr zahlreiche kleine Sporen

bildenden Asci mancher Sphaerien und Lichenen. Protomyces macrosporus dürfte hiernach den Ascomyceten an die Seite zu stellen sein, als einfachste Ascomycetenform, von den typischen Schlauchpilzen ausgezeichnet durch den einfachen Bau seines Thallus, den Mangel eines zusammengesetzten Fruchtlagers oder Fruchtbehälters, und durch die Eigenthümlichkeit, dass in seinen Ascis die Sporenbildung erst nach vorangegangenem Ruhezustand und Häutungsprocess stattfindet.

II. Exoascus Pruni und die Taschen oder Narren der Pflaumenbäume.

(Tafel XXVIII.)

Es gibt wohl wenige Pflanzenmissbildungen, welche häufiger und allgemeiner bekannt sind, als die mit den Namen Taschen, Schoten, Narren, Hungerzwetschen, Turcas der Italiener bezeichneten entarteten Pflaumenfrüchte. Dessenungeachtet fehlt es aber zur Zeit noch sehr an genaueren Untersuchungen über dieselben und an einer sicher begründeten Erklärung ihrer Entstehung.

Die erste deutliche Beschreibung der genannten Missbildungen findet sich, nach Treviranus[17]) bei Caesalpin (de plantis II. 15), indem dieser sagt: „Etwas Besonderes ist bei der Pflaumenfrucht dieses, dass sie, wenn es während der Blüthe viel geregnet hat, sich in einen länglichen hohlen Körper verwandelt, den man Turcas nennt.“ Das Nämliche sagt Joachim Camerarius in der 1600 erschienenen Ausgabe des deutschen Matthiolus (fol. 90 D) von den Früchten der Schlehe. In den mir zu Gebote stehenden älteren Werken finde ich die Erscheinung nicht erwähnt. Häufig gedenken ihrer die späteren Autoren: Rud. Jac. Camerarius (Opuscul. ed. Mikan, nach Treviranus) gibt die erste ausführliche Beschreibung, Duhamel (physique des arbres I, p. 303 pl. 12. 13) meines Wissens die erste Abbildung. Merkwürdig ist, dass die Taschen der Pflaumen in neueren Büchern, welche sich mit den Krankheiten und Miss-

---

[17]) Treviranus, über die taschenförmige Bildung der Pflaumen. Bot. Zeitg. 1846 p. 641. Einige Angaben über die ältere Litteratur entnehme ich diesem gelehrten Gewährsmanne, da mir dieselbe nur mangelhaft zu Gebote steht.

bildungen der Pflanzen speciell beschaftigen, entweder gar nicht (Plenck, Physiol. et Pathol. Plantarum, Wiegmann, Krankheiten etc. der Gewachse) oder nur ganz flüchtig erwähnt werden (Meyen, Pflanzenpathol., Moquin-Tandon, Pflanzenteratologie, Kuhn, Krankh. d. Culturgew.). —

Die Ansichten, welche über die Ursache der Taschenbildung ausgesprochen worden sind und unter den Botanikern wie im Volke herrschen, lassen sich in vier Gruppen zusammenstellen.

Die ersten setzen den Grund der Erscheinung in die Einwirkung ungünstiger, nasser oder kalter Witterung auf die Blüthe und junge Frucht der Pflaumenbäume; theils ohne sich uber die Art der Einwirkung bestimmter auszusprechen, wie Caesalpin, Joach. Camerarius, J. Robb [18]); theils indem sie annehmen, dass die nachtheilige Witterung eine oder die andere bestimmte Störung in dem Ernahrungsprocesse verursacht, wie Dumont Courset und Bosc [19]) und Réaumur (Histoire de l'Acad. Royale (paris.) des sciences 1713, pag. 58 des Amsterdamer Nachdrucks).

Die Vertreter der zweiten Ansicht betrachten zwar auch die oben bezeichneten ungünstigen Witterungsverhaltnisse als die veranlassenden, entfernteren Ursachen der Taschenbildung, sie präcisiren aber ihre Vorstellung über die Einwirkung derselben dahin, dass sie annehmen, die Befruchtung der jungen Pistille werde verhindert oder gestort. Freilich steht dieser Annahme die allgemein bekannte Erscheinung entgegen, dass die Blüthen der Pflaumenbäume, deren Pistille nicht befruchtet sind, in der Regel nicht Taschen bilden, sondern gar nicht wachsen und vom Baume abfallen. Die hierin gelegenen Bedenken suchen die Autoren auf verschiedene Weise zu beseitigen. Treviranus (in seiner oben angeführten Arbeit) und H. Schultz [20]) nehmen an, dass die Pistille, welche sich zu Taschen umbilden, unbefruchtet bleiben, aber dabei, in Folge der ausseren Einwirkungen, mehr als gewöhnlich ernahrt werden; und in wesentlich dem gleichen Sinne, nur weniger deutlich spricht sich schon Rud. Jac. Camerarius aus, wenn ich seine von Treviranus citirten Worte recht verstehe. Andere reden von einer unvollkommenen Befruchtung (z. B. J. L. Christ. Krankheiten der Obstbaume. 84: Pflanzung und Wartung der Obstbaume. 458), ohne naher anzugeben, was sie darunter verstehen

[18]) Hooker's Journ. Bot. III, 99, tab. 4.

[19]) Nouv. Cours compl. d'Agricult. IV, 124. Beide Angaben nach Treviranus l. c.

[20]) Verhandl. d. Vereins z. Bef. d. Gartenbaus in den K. Preuss. Staaten, Bd. 18, p. 402 (1847). Vergl. auch dieselben Verhandl. Band 19 (1849) p. 40.

und ohne von den neuerdings bekannt gewordenen Erscheinungen, welche man so nennen könnte, Kenntniss zu haben (S. Hildebrand, in Bot. Zeitung 1863, Nro. 44, 45). Treviranus selbst neigt sich in neuerer Zeit zu dieser Meinung hin (Verhandl. des naturw. Vereins f. Rheinland u. Westphalen 1862), während er sie in seiner früheren Arbeit verworfen hat. Versuche, durch Beobachtung in dem vorliegenden Falle von dem Wesen der unvollkommenen Befruchtung eine klare Vorstellung zu erhalten, hat auch von den Neueren Keiner gemacht.

Ray (Hist. plant. II, 1528 nach Trevir.) ist der Anführer von den Vertretern der dritten Ansicht, welche die Taschen für Erzeugnisse des Stiches von Rüsselkäfern, Aphiden oder nicht näher bezeichneten Insecten, also für eine Art Gallen hält: eine Meinung, welche, trotz des bestimmten Widerspruches sorgfältiger Beobachter, wie Treviranus, Schultz und schon R. J. Camerarius, gegenwärtig unter den Gelehrten noch ihre Anhänger besitzt, wie das Referat in der Botan. Zeitung 1861, p. 224 zeigt, und unter den Laien wohl die vorherrschende sein dürfte[21]).

Viertens endlich hat L. Fuckel auf den Pflaumentaschen die Fructificationsorgane eines Pilzes, Exoascus Pruni Fuckel, der von Keinem vorher beschrieben worden war, entdeckt, und betrachtet diesen als den Erzeuger der Missbildung. Er gibt in seiner Enumeratio fungorum Nassoviae (Wiesb. 1861, p. 29) eine kurze Beschreibung und Abbildungen besagter Organe, und sagt von denselben, welche ihm den ganzen Pilz darstellen: Epidermidem Pruni domesticae et P. spinosae fructuum immaturorum densissime obducens frequentissime, Vere. Fructus immaturi per hunc fungulum monstroso-incrassati vulgo Narren, Schoten, Taschen nominantur.

Bei der ausserordentlichen Häufigkeit, in welcher die Taschen soviel ich mich erinnere alljährlich vorkommen, und bei den wunderlichen Eigenthümlichkeiten, durch welche sie selbst dem Laien auffallen müssen, schien es mir wünschenswerth zu entscheiden, welche von den divergirenden Ansichten über ihre Entstehung die richtige sei. Die Resultate, welche die zu diesem Zwecke unternommenen Untersuchungen bis jetzt geliefert haben, sollen in Folgendem mitgetheilt werden.

Ich habe die Taschen beobachtet an der Zwetsche (Prunus domestica), der Schlehe (Prunus spinosa) und am häufigsten an der Ahlkirsche (Pr. Padus). Die wilde oder verwilderte Prunus insititia und die runde Damascener Pflaume hatte ich nicht Gelegenheit

---

[21]) S. z. B. F. Stieber, Erfahrungen über die sog. Taschen der Pflaumen. Verhandl. d. Ver. z. Bef. Gartenb. i. d. Preuss. Staaten, Bd. 18, p. 45.

zu beobachten; an den beiden hier vorzugsweise cultivirten Pflaumensorten, der Reineclaude und Mirabelle sind mir niemals Taschen vorgekommen, obgleich ich mehrere Jahre aufmerksam danach suchte, und hiermit stimmen die Erfahrungen der Gärtner, welche mir mitgetheilt worden sind, überein. Dass jedoch die in Rede stehende Missbildung an der Mirabelle zuweilen gefunden wird, ist nach der bestimmten Versicherung von Duhamel nicht zu bezweifeln. An den Kirschenbäumen habe ich die Taschen nie finden können und es ist mir auch ausser einer zweifelhaften Notiz, welche Treviranus anführt, nicht bekannt, dass sie von Anderen daselbst gesehen worden wären.

Die Taschen erscheinen in hiesiger Gegend an den drei genannten Bäumen Anfangs Mai oder schon Ende April. Was ihr äusseres Ansehen betrifft, so zeichnen sie sich von den ihnen gleichalten gesunden Früchtchen durch viel beträchtlichere Grösse aus, indem sie doppelt bis 5mal so lang und auch breiter werden als diese, und durch eigenthümliche sehr mannigfache Gestalten. Bei der Zwetsche und nach Duhamel's Abbildung auch bei der Mirabelle sind sie langgestreckt, bis 5 Cm. lang, nach Treviranus selbst fingerslang, oben meist breiter als unten, stumpf, mehr oder minder zusammengedrückt, so dass sie einer Erbsenschote verglichen werden konnten, und dabei meistens in verschiedener Weise gekrümmt. Bei Prunus spinosa sind sie kleiner (bis 2 und 2½ Cm. lang), jedoch im Verhältniss zur Grösse der normalen Frucht meist ebensostark ausgedehnt wie bei der Zwetsche, und von den mannigfaltigsten Formen: schmal und langgestreckt oder rundlich; spitz, zugespitzt oder stumpf; zusammengedrückt oder aufgeblasen, fast gerade oder krumm und verdreht. Bei Prunus Padus endlich sind die Taschen seltener rundlich und stumpf, die meisten länglich oder spindelförmig, oft zugespitzt, in verschiedenem Grade zusammengedrückt, mehr oder minder hornförmig gekrümmt; der Griffel bleibt auf ihnen oft stehen, während er bei den Zwetschen- und Schlehentaschen abgefallen ist.

Bei allen drei Species sind die Taschen von den gesunden jungen Früchtchen zuerst durch bleiche gelblichgrüne, oder manchmal röthliche Färbung ausgezeichnet, welche letztere von Erythrophyll in den Epidermiszellen herrührt. Ihre Oberfläche ist durch zahlreiche flache unregelmässige Runzeln und Warzchen uneben, auf den einzelnen Erhabenheiten oder Vertiefungen aber glatt und glanzend. Später tritt auf der ganzen Oberfläche ein sehr zarter glanzloser Ueberzug auf, einem Reif oder sehr feinen sammetartigen Flaum gleichsehend, erst weiss, dann matt ockergelb. Zuletzt erhalt die Oberfläche braune Flecke, Schimmelrasen erscheinen, die Tasche schrumpft, wird missfarbig und fällt dann früher oder später vom Baume ab.

Was das Innere der Taschen betrifft, so ist allgemein bekannt, dass ihre im Verhältniss zum Umfang dünne Wand eine geräumige lufterfüllte Höhlung umschliesst, in deren oberem Theil die mehr oder minder entwickelten Ovula der Wand ansitzen. Eine genauere Beschreibung des Baues wird sich am besten in Verbindung mit der Entwickelungsgeschichte geben lassen.

Bevor ich zur Darstellung dieser übergehe, will ich vorausschicken, dass ich, übereinstimmend mit Treviraus, an Hunderten von Taschen kaum einmal eine Spur eines Insectenstiches wahrgenommen habe. Die von mir genauer beobachteten Stöcke von Pr. domestica und spinosa waren zur Zeit der Taschenbildung auch von Blattläusen frei; auf den untersuchten Baumen von Pr. Padus, welche Species ein so beliebter Aufenthaltsort von dergleichen Gethier ist, war zwar im Jahr 1862 eine zahlreiche Bevölkerung von Aphiden und Insectenlarven, 1863 fehlte diese aber auf den meisten gänzlich, wenigstens zu der Zeit, welche hier in Betracht kömmt.

Die Entwickelung der Taschen geschieht, soweit ich sie verfolgen konnte, bei Pr. domestica und spinosa auf die namliche Weise; bei Pr. Padus zeigt sie in einzelnen Punkten besondere Eigenthümlichkeiten.

Zuerst soll von den beiden erstgenannten Arten die Rede sein. An den Bäumen resp. Sträuchern, welche spater Taschen trugen, konnte ich zur Blüthezeit keine Verschiedenheiten oder krankhafte[22]) Abnormitaten an den Blüthen finden, obgleich ich aufmerksam danach suchte und besonders sechs junge reichbluhende Zwetschenbaume immer im Auge behielt. Auch nach dem Abblühen sind die stehen gebliebenen jungen Früchtchen zunächst alle gleich und anscheinend gesund. Erst einige Zeit — bei den 1863 untersuchten Zwetschen 14 Tage, bei den Schlehen etwa 4 Wochen — nach dem Abbluhen treten die ersten Anfänge der Taschenbildung auf und zwar plötzlich, von einem Tage zum anderen. Einzelne Früchtchen erscheinen bleicher gefärbt als die übrigen, zuerst kaum, sehr bald aber deutlich vergrössert und die ersten Anfänge der Krümmung zeigend. In den nächstfolgenden Tagen vermehrt sich die Zahl der entartenden Früchtchen, in späterer Zeit nicht mehr. Alle Taschen eines Baumes haben daher immer nahezu die gleiche Ausbildung. Hat die Entartung einer Frucht einmal

---

[22]) Ich sehe hier ab von den durch Vermehrung der normalen Blüthentheile bedingten Anomalien, welche ich gerade an den beobachteten Schlehenbüschen sehr häufig fand, indem die Blüthen derselben sehr oft zwei und drei Fruchtknoten enthielten; eine Erscheinung, die ja für die Amygdaleen überhaupt längst bekannt ist. (S. z. B. Moquin-Tandon, Teratologie, übers. v. Schauer 327, 28.)

begonnen. so wächst diese sehr rasch zu der oben beschriebenen Form und Grösse heran. Ich beobachtete Zwetschentaschen. welche in 2 Tagen aufs Doppelte ihrer ursprünglichen Länge gewachsen waren, und obgleich ich keine genauen Messungen an einzelnen Exemplaren durchgeführt habe. glaube ich nicht zu irren. wenn ich angebe, dass die Taschen etwa 8 Tage nach dem ersten sichtbaren Anfange der Entartung ihre volle Grösse erreicht haben. Den Fruchtstiel fand ich fast immer von durchaus normaler Beschaffenheit. nur einzelne Male bei der Schlehe dicht unter der Tasche unbedeutend angeschwollen.

Um die Structurveränderungen. welche die zu Taschen auswachsenden Früchtchen erleiden. zu beurtheiten. ist es nothwendig zuvor den Bau. welchen die normalen Früchte zur Zeit der Taschenbildung zeigen, kurz zu betrachten. Dieselben sind bei der Schlehe durchschnittlich gegen 4 Mm.. bei der Zwetsche etwa 10 Mm. lang. dunkelgrün gefärbt. Die Fruchtwand besteht schon in diesem Entwickelungsstadium aus zwei scharf von einander abgesetzten Schichten: einer inneren. welche aus zahlreichen Lagen kleiner, zartwandiger. isodiametrischer Zellen besteht und später zum Stein wird: und einer viel dickeren äusseren. die von sehr grosszelligem durchscheinendem Parenchym gebildet und von zahlreichen Gefässbündeln durchzogen wird und sich später zu dem fleischigen Epicarp entwickelt. Die Oberfläche der Frucht wird von einer mit spärlichen grossen Spaltöffnungen versehenen Epidermis überzogen. die Innenfläche der Fruchtwand von einer ziemlich derbwandigen spaltöffnungsfreien Oberhaut. Die Fruchthöhle wird vollkommen ausgefüllt von dem einen zum Samen reifenden Ovulum. neben dessen Anheftungsstelle das zweite. in der Regel abortirende in Form eines kleinen Knötchens sitzt. Von dem Ausnahmsfalle, in welchem sich beide Ovula ausbilden. brauche ich hier nicht zu reden. zumal da ich ihn bei Taschen nie gefunden habe. Die Structur des Eies kann wohl als bekannt vorausgesetzt werden. Ich bemerke daher nur noch. dass ich in Folgendem das Ovulum, welches nach dem Verblühen sich zum Samen auszubilden beginnt, im Gegensatz zu dem abortirenden das fruchtbare nennen werde.

Bei den Taschen hat die Wand in vielen Fällen die Dicke normaler gleichaltriger Fruchtwände, nicht selten wird sie ein wenig dicker. oft auch dünner als diese. Die fruchtbaren Ovula wachsen dabei nicht viel mehr oder selbst weniger als in gesunden Früchten, bei der beträchtlichen Vergrösserung des Umfangs wird daher die Fruchthöhle stark erweitert und grösstentheils leer. d. h. von Luft erfüllt. Durchschnitte durch die Wand der Taschen zeigen eine von der normalen Fruchtwand wesentlich verschiedene Structur. Die scharfe Abgrenzung des Steins und des fleischigen Epicarps fehlt; die

innersten Parenchymlagen sind zwar denen gesunder gleichalter Fruchtchen sehr ahnlich, gehen aber ganz allmahlich in die grosszelligeren ausseren uber. Die Zellen selbst, aus welchen die letzteren bestehen, sind zwar an Grösse ziemlich ungleich, der Mehrzahl nach aber bedeutend kleiner als die des normalen Epicarpiums, ihre Gestalt ist von der der letztgenannten nicht erheblich verschieden. Die Epidermis der Taschen besteht, soweit meine Untersuchungen reichen, aus (in der Richtung der Oberflache) kleineren und merklich zartwandigeren Zellen als die der gesunden Fruchte. Aus allen diesen Daten geht hervor, dass das Wachsthum der Taschen durch eine lebhafte Zellvermehrung, nicht durch Ausdehnung der vorhandenen Zellen stattfindet. Ob in den Taschen die Zahl der Gefässbündel von der normalen abweicht, habe ich nicht genauer untersucht; in ihrem Bau habe ich keine Besonderheiten gefunden ausser den weiter unten zu erwähnenden.

Wie schon von Früheren beschrieben worden ist, entartet die Fruchtwand manchmal nur theilweise und behält an einzelnen meist kleinen Stellen ihre normale Structur und Farbe.

Das fruchtbare Ovulum fand ich einige Male auch in den jugendlichen Taschen klein und unregelmässig geschrumpft, so dass uber seinen Bau kein genügender Aufschluss zu erhalten war. In der uberwiegenden Mehrzahl der Falle ist dasselbe dagegen den in gleichalten normalen Früchten enthaltenen an Grosse und Farbe gleich, oft selbst grösser, und von diesen nur der Form nach verschieden, insofern es der Gestalt der ganzen Tasche entsprechend in die Länge gestreckt, gekrummt auf seiner Oberfläche mit vorspringenden Riefen und Runzeln versehen erscheint. Seine Structur ist von der normalen nicht wesentlich verschieden; insbesondere gilt dieses von dem Eikern, der in beiden Fallen das gleiche grosszellige durchsichtige Gewebe und in dessen Mitte den langgestreckten cylindrischen Keimsack zeigt. Letzterer enthielt bei allen Taschen, welche ich genauer darauf untersucht habe, in seinem Micropyleende eine *durchaus normal entwickelte*, oft schon sehr grosse und vielzellige kugelige *Embryoanlage*.

Untersucht man die Taschen so lange sie auf ihrer Oberfläche den feinen Reif oder Flaum noch nicht zeigen, so scheint es auf den ersten Blick, als ob die eben beschriebenen Eigenthümlichkeiten die einzigen seien, durch welche sie sich von gesunden Früchten gleichen Alters unterscheiden. Man hat dabei aber das Wesentlichste ubersehen. Denn schon in den allerjüngsten Exemplaren, bei welchen die beginnende Degeneration durch bleichere Farbung eben angezeigt wird, findet man in den Gefässbündeln, und zwar zwischen ihren zartwandigen Elementen, den Leitzellen (Sachs) oder den Elementen

des Weichbastes (Nägeli) das Mycelium des Exoascus Pruni Fuckel. Dieses besteht aus farblosen durchscheinenden Fäden, welche so dick oder dünner als die Leitzellen und durch zahlreiche Querwände in Glieder getheilt sind, deren Länge den Querdurchmesser zwei- bis vielmal übertrifft (Fig. 15). Die Fäden sind verzweigt, und ihre Ramificationen laufen meistens der Länge des Gefassbündels nach, selten quer durch dasselbe. Ihre Seitenwand ist sehr zart, nur durch eine einfache Umrisslinie angedeutet, die Querwände dagegen verhältnissmässig dick, doppelt contourirt, glänzend. Hierdurch erhält das Mycelium ein eigenthümliches characteristisches Ansehen. Kennt man es einmal, so findet man es leicht wieder, besonders da seine Auffindung durch sein Verhalten zu (mässig concentrirter) Kalilösung sehr erleichtert wird. Bringt man solche zu den Präparaten, so werden Weichbast und Parenchym bis zum Unkenntlichwerden ihrer Zellen durchsichtig; die Myceliumfaden bleiben dagegen ganz unverändert und liegen nun wie freipräparirt in der durchscheinenden Masse. Mit Hülfe der Kalilösung überzeugt man sich leicht, dass das Mycelium auch in den bezeichneten jüngsten Taschen meist in allen Gefässbündeln der Wand, am reichlichsten in den Bündeln der Bauchnaht enthalten ist, und dass es dieselben — wenigstens in den von mir untersuchten Fallen — ihrer ganzen Länge nach, von der Basis bis zur Spitze der Frucht durchsetzt, auch schon sehr frühe in die Rhaphe des fruchtbaren Ovulum eintritt. Von der Basis der jungen Tasche aus konnte ich das Mycelium immer durch die ganze Länge des Fruchtstiels, der, wie oben gesagt wurde, sonst ganz normal beschaffen ist, und mehrmals, jedoch nicht immer, einige Millimeter weit in den Bast des vorjahrigen Zweiges verfolgen, welcher die Tasche trug. In dem Stiel und dem Tragzweige findet sich das Mycelium ausschliesslich und zu allen Zeiten nur in dem Weichbaste. In der Tasche selbst ist dies zuerst auch der Fall. Sobald dieselbe aber grösser geworden ist, treibt das Mycelium zahlreiche Zweige, welche aus dem Baste in das Parenchym der Fruchtwand treten, sich hier überaus reich verasteln und allenthalben zwischen die Zellen eindrangen. Bringt man Durchschnitte in Kalilösung, so tritt meist ein zierliches zwischen den Zellen verbreitetes Myceliumnetz hervor (Fig. 4, 5). Die Faden desselben sind durchschnittlich dünner als ihre in den Gefässbündeln verlaufenden Hauptstämme, sonst diesen gleich gebaut. Die Ausbreitung des Myceliums in dem Parenchym beginnt an der Basis der Tasche und schreitet von hier aus rasch gegen die Spitze fort. Ist jene zu ihrer vollen Grösse herangewachsen, so ist meist das ganze Parenchym von dem Mycelium durchwuchert, bis unmittelber unter die Epidermis. Zuletzt treiben die unter der Oberhaut laufenden Fäden, ziemlich gleichzeitig an der ganzen Tasche, zahlreiche Zweige, welche

zwischen die Zellen der Oberhaut, und zwar meist senkrecht gegen die Aussenfläche dringen, an letzterer rechtwinklig umbiegen und nun über die Aussenwände der Epidermiszellen hin wachsen, diesenf est angedrückt, und nur in einer Fläche ausgebreitet und verzweigt. Die Cuticula, von welcher die Epidermis überzogen ist, wird hierbei von den Zellwänden abgehoben, die Fäden drängen sich zwischen diese und die Cuticula ein und bleiben von letzterer bedeckt[23]) (Fig. 1, 4, 5). Die Fäden verzweigen sich nun sofort sehr reichlich und ihre Zweige laufen zunächst grösstentheils über die äusseren Kanten, seltener quer über die Aussenfläche der Epidermiszellen (Fig. 1). Daher stossen die Zweige benachbarter Fäden bald vielfach aneinander, ohne dass je einer quer über den andern hinauswachst, und wenn man die Epidermis von aussen betrachtet, so erscheint dieselbe überall von einem Netze von Pilzfäden übersponnen, dessen Maschen die von den äusseren Kanten der Epidermiszellen gebildeten an vielen Stellen decken (Fig. 1). Mit der weiteren Entwickelung werden die quer über die Aussenwände laufenden Myceliumzweige zahlreicher, die Maschen des Pilznetzes daher immer enger und unregelmässiger (Fig. 2).

Die Fäden des beschriebenen Netzes sind anfänglich den zwischen den Parenchymzellen verlaufenden vollkommen gleich, schmal, aus Gliedern zusammengesetzt, welche zwei- bis vielmal so lang als breit sind (Fig. 1). Mit der Vermehrung der Zweige treten in ihren Gliedern allenthalben immer zahlreichere Querwände auf, bis die Fäden zuletzt nur aus Zellen bestehen, welche ein- bis zweimal so lang als breit sind (Fig. 2). Nun hört die Verzweigung der Fäden auf; alle Glieder derselben dehnen sich gleichzeitig nach allen Seiten hin aus bis sie mit sämmtlichen rings um sie liegenden zusammenstossen, sie erhalten dabei rundlich-cylindrische Form, ihre Berührungsflachen werden mehr oder minder abgeplattet (Fig. 3). Die Oberfläche der Tasche ist somit schliesslich von einer fast ununterbrochenen, zwischen Epidermis und Cuticula eingeschobenen Schichte rundlicher Zellen, welche bedeutend kleiner sind als die Epidermiszellen selbst, überzogen. Nur die Spaltöffnungen werden sorgfaltig frei gelassen, die Pilzfäden wachsen nie über den Rand der Schliesszellen hinaus, rings um jede der meist weit offenen Spalten bleibt in dem Pilzüberzug eine Lücke (Fig. 2, 3).

---

[23]) Exoascus Pruni ist keineswegs der einzige Schmarotzerpilz, welcher sich zwischen Epidermis und Cuticula eindrängt, um hier seine Fructificationsorgane auszubilden. Die Spermogonien mancher Uredineen (z. B. Puccinia Anemones, Caeoma miniatum), aber auch die dicken Fruchtlager von Rhytisma Andromedae u. a. m. bilden sich gleichfalls zwischen Oberhaut und Cuticula aus.

Die rundzellige Schicht ist die Anlage des Hymenium des Exoascus. Alle ihre Zellen strecken sich rasch senkrecht zur Fruchtoberfläche, so dass sie die Gestalt von Cylindern erhalten, welche etwa doppelt so lang als breit sind, und werden dabei von farblosem feinkörnigem Protoplasma vollständig erfüllt (Fig. 6, 7). Ihre äusseren kaum gewölbten Endflächen bleiben zunächst von der Cuticula überzogen. Endlich streckt sich jede der cylindrischen Zellen zu einem Schlauche, der drei- bis viermal so lang als die Zelle vorher war, aus cylindrischer Basis nach oben keulenförmig verbreitert und am oberen Ende plötzlich breit abgerundet oder fast abgestutzt ist (Fig. 6, 7). Mit dem Beginn dieser Streckung wird die Cuticula über dem Scheitel des Schlauches durchbrochen (Fig. 6 *a*). Das Protoplasma rückt während der Streckung in die obere Partie des Schlauches; das untere Ende dieses erscheint bald wasserhell und wird schon vor beendigtem Langenwachsthum des Ganzen von dem oberen Theile durch eine Querwand abgegrenzt, welche dicht unter der Durchbrechungsstelle der Cuticula liegt. Hiermit wird aus jeder Zelle der Hymeniumanlage ein zweizelliger Körper, bestehend aus einem keulenförmigen protoplasmareichen Schlauche, dem sporenbildenden Schlauche oder Ascus, und einer diesen tragenden kurzen wasserhellen Stielzelle (Fig. 7, 8).

Letztere verändert sich nicht weiter; sie bleibt an ihrer Ursprungsstelle sitzen und mit dem Ascus in fester Verbindung. Die Asci sind, wenn sie ihr Langenwachsthum vollendet haben, mit einer farblosen dünnen, einfachen Membran versehen, selten von Protoplasma vollig erfüllt, meistens ist dieses nur in dem oberen Ende oder in der Mitte des Ascus zu einer dichten Querzone von etwa der halben Höhe des Schlauches angesammelt, während letzterer im übrigen nur wässerige Flüssigkeit und einen dünnen feinkörnigen Wandüberzug, Primordialschlauch, enthält. Feine Protoplasmafäden sieht man nicht selten von der dichteren Masse aus gegen oder über den Primordialschlauch verlaufen (Fig. 7, 8 *a*, *b*). Zellkerne konnte ich in den Ascis zu keiner Zeit finden. In einem jeden Schlauche entstehen nun 8 (sehr selten fand ich 7 oder 9) Sporen in der Weise, welche für andere Ascomyceten, zumal Discomyceten bekannt ist[21]). Dieselben erscheinen gleichzeitig, zuerst als 8 zartumschriebene rundliche Körper innerhalb der zu ihrer Anlegung nur theilweise verbrauchten Protoplasmamasse (Fig. 7, 8 c). Diese wird gleich den Sporen durch Jod immer gelb bis gelbbraun, nie rothbraun gefarbt. Sie verschwindet alsbald in gleichem Maasse wie die Sporen weiter ausgebildet, d. h. wenig grösser aber schärfer und dunkler contourirt werden. Bald ist innerhalb der

---

[21]) Vergl. meine Arbeit über die Fruchtentwickelung der Ascomyceten. Leipz. 1863.

Ascusmembran nur noch der Primordialschlauch, die Sporen selbst und ganz spärliche Protoplasmareste um diese übrig, die Hauptmasse ihres Inhalts wird von wässeriger Flüssigkeit gebildet (Fig. 8 *d*, *f*, *g*); zuletzt werden die Sporen aus der geöffneten Spitze des Schlauches hervorgeschleudert.

Bevor ich jedoch zur Beschreibung der reifen Sporen übergehe, ist es nothwendig, das Verhalten der Pflanzentheile und Pflanzen vollständig zu betrachten, welche von dem Pilze, auf dessen Entwickelungsgeschichte die Untersuchung geführt hat, bewohnt werden. Ich kehre daher zunächst zu den Taschen zurück.

Das Hervorbrechen der Asci aus der Cuticula wird dem blossen Auge dadurch angezeigt, dass auf der bisher gelbgrünen glänzenden Oberfläche der Tasche der mehrerwähnte mattweisse Anflug oder Reif erscheint. Derselbe pflegt ziemlich gleichzeitig auf der ganzen Oberfläche aufzutreten. Es entwickeln sich jedoch auf dieser nicht alle Asci zu gleicher Zeit, sondern zunächst immer einzelne auf der ganzen Tasche zwischen anderen noch minder entwickelten zerstreute; letztere folgen dann später nach, und es dauert mehrere Tage bis alle Schläuche des Hymenium ihre Sporen gebildet und entleert haben. Je mehr das Hymenium reift, desto mehr geht seine weisse Farbe in ein blasses schmutziges Ockergelb über, woraus zu schliessen ist, dass letzteres die Farbe der Sporen darstellt. Mit der völligen Reife des Hymeniums wird die Tasche welk, schlaff und alsbald von verschiedenerlei Schimmelpilzen occupirt, unter deren Einfluss sie sich rasch zersetzt und gewöhnlich vertrocknet. In ihrem Gewebe finden von dem Zeitpunkt, wo sie ihre Ausdehnung vollendet hat, keine nennenswerthen Aenderungen mehr statt.

Auf der Innenseite der Fruchtwand fand ich bei den Schlehen- und Zwetschentaschen das Hymenium des Exoascus niemals, wohl aber immer auf der Oberfläche des fruchtbaren Eies. Zur Zeit, wo das Hymenium auf der Aussenseite der Tasche entwickelt ist, findet man das Mycelium in dem Integument des Ovulum verbreitet, und auf dessen Oberflache zwischen Epithelium und Cuticula seine Fructificationsorgane in der beschriebenen Weise entwickelnd. Letztere bedecken entweder die ganze Oberfläche des Eies gleichmässig oder kommen nur an einzelnen Stellen derselben gruppen- oder büschelweise zur Ausbildung. Mit der Reife der Sporen schrumpft das Ovulum zusammen, oft schon bevor das Gleiche an der Wand der Tasche eintritt.

Was die Menge der Taschen, welche auf einem Baume oder Strauche entstehen, betrifft, so ist dieselbe sehr verschieden. In den von mir beobachteten Fällen war ihre Zahl im Verhaltniss zu den nicht entartenden, normal reifenden Früchten immer gering.

Ihre Vertheilung an den Zweigen und Aesten ist durchaus regellos, sehr oft stehen Taschen und gesunde Früchte an einem und demselben Aestchen dicht neben einander.

An Prunus Padus sind die Erscheinungen bei der Taschenbildung in einigen, allerdings nicht den wesentlichsten Punkten von den beschriebenen verschieden. Soweit ich es bestimmen konnte immer, jedenfalls in sehr vielen Fällen ist hier die Entartung des Fruchtknotens schon vor dem Aufblühen zu bemerken. Wenn die Blüthe sich zu öffnen beginnt, erscheint er als ein schmal länglicher Körper, mit hornförmig gebogenen Griffel versehen und bleicher gefärbt als im gesunden Zustand. Während des Blühens und unmittelbar nachher streckt er sich rasch bis zu der drei- und vierfachen Länge normaler gleichaltriger Fruchtknoten. Die Kelchröhre behält hierbei manchmal ihre normale Beschaffenheit, sie ist dünn, krautartig, aussen lebhaft grün, kurz-glockenförmig und am Schlunde 3½ bis 4 Mm. weit. In der Mehrzahl der Fälle nimmt sie aber an der Entartung Theil, gewöhnlich ganz, zuweilen nur auf einer Seite. Sie schwillt zu einem fleischigen bleichen Körper an von der Gestalt einer flachen Schale oder krümmt ihre Ränder zurück, so dass die Innenseite convex wird, wobei sie meistens vom Rande aus radiale Risse erhält. Ihr Breitedurchmesser steigt bis auf 12 Mm. Besonders ihre auch im normalen Zustand wollig behaarte Innenfläche schwillt dabei wulstig an. Wo die Kelchröhre degenerirt fand ich immer auch die ihr aufsitzenden Staubfäden stark angeschwollen, entweder nur an ihrer Basis oder bis dicht unter die Antheren. Die übrigen Blüthentheile nehmen, soweit meine Beobachtungen reichen, an der Entartung keinen Theil. Die 5 Zähne eines angeschwollenen Kelches bleiben dünnhäutig und vertrocknen bald nach dem Aufblühen. Die Petala fand ich manchmal beim Aufblühen grünlich gefärbt, sonst frisch, oft vertrocknen sie schon vor oder während dem Aufblühen und nehmen braune Farbe an, nicht selten zeigen sie aber auch in sehr stark degenerirten Blumen schneeweisse Farbe und ein in jeder Beziehung normales Verhalten. Die von den angeschwollenen Staubfäden getragenen Antheren sind anfänglich immer von normalem Bau und enthalten anscheinend gesunden Pollen, werden aber sehr bald braun und vertrocknen. Das Blüthenstielchen, welches den entarteten Kelch trägt, bleibt entweder den normalen gleich, oft ist es aber auch, dem Kelche und Fruchtknoten ähnlich, fleischig angeschwollen und bleich oder durch Erythrophyll röthlich gefärbt. Die gemeinsame Achse des ganzen traubigen Blüthenstandes endlich zeigt oft durchaus normale Beschaffenheit, auch wenn die Blüthenstielchen geschwollen sind; nicht selten erstreckt sich aber die Entartung auch auf sie, sie ist ihrer ganzen Länge nach oder nur in ihrem oberen Theile gleich den Blüthenstielchen angeschwollen und bleich,

oft sechs- bis siebenmal dicker als im normalen Zustande, und dabei meistens stark verkrümmt.

Die Anschwellung der genannten Theile rührt, wie bei den Zwetschen- und Schlehentaschen, zunächst von einer abnormen Vermehrung des Parenchyms her, und bei genauerer Untersuchung findet man in ihnen das Mycelium das Exoascus. Dieses verhält und verbreitet sich hier gerade so, wie es oben für die Taschen von Prunus spinosa und domestica beschrieben wurde und bildet in der nämlichen Weise wie dort sein Hymenium auf der Oberfläche der geschwollenen Theile. An den Kelchen und Staubfaden ist das Hymenium viel früher reif als auf den Früchten, so dass jene Theile abgewelkt und vertrocknet sind, wenn der Pilz auf letzteren die Höhe seiner Entwickelung erreicht. In der entarteten Frucht selbst findet nur insofern eine wesentliche Verschiedenheit von Pr. domestica und spinosa statt, als sich bei Pr. Padus nicht nur auf der Aussenflache, sondern auch auf der ganzen Innenfläche der Wand das Exoascus-Hymenium entwickelt. Die Oberfläche des fruchtbaren Eies ist von dem letzteren ebenso wie bei den zwei anderen Arten überzogen, das Integument vom Mycelium durchwuchert, welches auch auf der Innenseite dieses Organs ein Hymenium erzeugt. In dem hyalinen Gewebe des Eikerns fand ich das Mycelium bei Pr. Padus ebensowenig wie bei Pr. spinosa und domestica, aber auf der Oberfläche des Kerns verbreiten sich oft Myceliumfäden von der Chalaza aus und entwickeln sich wie oben beschrieben wurde, nur dass sie sich spärlicher verzweigen und daher keinen dichten Ueberzug bilden. Ihre einzelnen Glieder nehmen zuletzt blasige Form an und einzelne derselben bilden Asci, welche jedoch oft unfruchtbar bleiben (Fig. 14). Einen Embryo habe ich in den befallenen Ovulis von Pr. Padus nicht gefunden, jedoch auch nicht viel danach gesucht. Ziemlich oft fand ich dagegen kein Ovulum, welches den Namen des fruchtbaren mit Recht hätte führen können, vielmehr beide Eier als kleine, gleichgrosse geschrumpfte Knöpfchen der Fruchtwand ansitzend. Es scheint hiernach, als ob in den Taschen von Prunus Padus jedenfalls häufig beide Eier unbefruchtet blieben, was bei dem fruhzeitigen Anfang der Taschenbildung von vornherein wahrscheinlich und durch denselben hinreichend erklart ist. Was die Verbreitung des Myceliums in den nicht angeschwollenen Organen der Ahlkirsche betrifft, so habe ich dasselbe in dem Weichbaste normaler taschentragender Blüthenstielchen immer bis zu ihrer Basis verfolgen können, niemals aber in die Hauptachse der Traube, soweit diese nicht selbst angeschwollen war, und ebensowenig in die Rinde der vorjährigen Zweige, welche die degenerirten Trauben trugen. Hinsichtlich der Vertheilung und Häufigkeit der degenerirten Theile in einer

Traube, an einem Zweig und dem ganzen Baum kommen fast alle erdenkbaren Fälle vor. Ich will mit ihrer Aufzählung den Leser nicht ermüden und nur bemerken, dass meistens, aber keineswegs immer in dem Gipfel der Traube mehr und stärker entartete Theile vorkommen als an der Basis; und dass mir nur solche Fälle nicht vorgekommen sind, in welchen die Hauptachse unten entartet und oben gesund, oder alle Blüthen einer Traube entartet, oder endlich der Kelch einer Blüthe degenerirt, die Frucht aber gesund gewesen wäre. Nur zwei von den genauer untersuchten Fällen mögen hier als Beispiele angeführt werden.

1. Traube mit 29 Blüthen. Hauptachse der ganzen Länge nach angeschwollen, unten zweimal, oben fast siebenmal so dick wie im normalen Zustand, hornförmig gekrümmt. Blüthe 1—8: sammt ihren Stielchen ganz normal. Blüthe 9: Stielchen an der Basis stark angeschwollen, Kelch, Petala, Stamina ganz normal, Pistill degenerirt. Blüthe 10—12: Stiel, Kelch, Staubfäden und Fruchtknoten degenerirt, Petala normal, schneeweiss. Blüthe 13—29: Alle ebenso wie 10—12, aber Petala braun, vertrocknet, ebenso der gestreckte hornförmige Fruchtknoten.

2. Traube mit 24 Blüthen. Hauptachse unten normal, oben degenerirt. Blüthe 1, 3, 4, 7 bis 15, 17, 18, 20 ganz gesund und normal; in Blüthe 2, 5, 6, 16, 19, 21 bis 24 Kelch und Fruchtknoten degenerirt[25]).

Auch an solchen Trauben, wo die Mehrzahl der Blüthen entartet ist, können die gesund gebliebenen normale Früchte entwickeln, sobald die Hauptachse nicht degenerirt ist; an entarteten Hauptachsen habe ich keine gesunden Früchte beobachtet.

Die Blüthentheile und ihre Träger, von welchen bisher allein die Rede war, sind keineswegs immer die einzigen Organe, welche von dem Exoascus bewohnt werden. Bei der Zwetsche habe ich denselben bis jetzt allerdings nur auf den Früchten gefunden. Bei Pr. spinosa und Padus beobachtet man ihn aber zur Zeit, wo die Taschen sich bilden, nicht selten auf jungen diesjährigen Laubtrieben, welche in sehr verschiedener Menge und ganz regellos zwischen gesunde Laub- und Blüthensprosse eines Stockes vertheilt sind. Die Achse solcher Triebe ist bis auf das Dreifache der normalen Dicke angeschwollen und an Färbung den Taschen oder entarteten Blüthenstielen durchaus ähnlich. Die Entartung erstreckt sich entweder nur auf den oberen Theil oder

---

[25]) Es bedarf wohl keiner ausdrücklichen Erwähnung, dass die Worte degenerirt, entartet u. s. w. sich hier immer nur auf die eine bestimmte, mit der Entwickelung des Exoascus verbundene Entartung beziehen.

über die ganze Achse; diese ist zumal in dem letzteren Fall oft beträchtlich kürzer als an normalen Trieben, häufig auch den degenerirten Blüthenstengeln ähnlich gekrümmt. Von der Achse aus setzt sich die Anschwellung und bleiche Färbung auf die Blattstiele, oft auch auf den Blattmittelnerven und selbst die Basis der Secundärnerven fort. Die degenerirten Stiele sind meist stark gekrümmt, die Lamina, welche sie tragen, entweder ganz normal oder, wenn Medianus und Secundärnerven mit ergriffen sind, oft verkümmert, verschiedentlich missgestaltet und frühzeitig braun und vertrocknet. In den degenerirten Achsen, Blattstielen und Rippen findet man wie in den Blüthenstielen das hypertrophische Gewebe durchzogen von Exoascusmycelium, welches zuletzt auf der Oberfläche der Theile sein Hymenium ausbildet. In dem Blattdiachym fand ich den Pilz nicht und ebensowenig konnte ich ihn bis in die Rinde der vorjährigen Zweige, von welchen die degenerirten Sprosse entspringen, verfolgen.

Hiermit schliessen meine Beobachtungen über das Vorkommen und die Entwickelung des Exoascus in den Organen der Pflaumenbäume ab. Es erübrigt noch, das Verhalten der reifen Asci und Sporen näher zu betrachten. Mit der Reife der Sporen ist, wie schon oben angegeben wurde, das Protoplasma, welches sie zuerst umgab, bis auf einen geringen, die Sporen mit einander verklebenden Rest verschwunden; diese rücken in das obere Ende des Ascus und sind hier zu einer unregelmässigen Gruppe zusammengedrängt. Die Membran des Ascus bleibt von einem sehr dünnen Primordialschlauch bekleidet, innerhalb desselben befindet sich farblose wässerige Flüssigkeit (Fig. 8 *d, f, g*). Die Menge der letzteren vermehrt sich fortwährend, was an der zunehmenden Turgescenz der Asci deutlich zu erkennen ist. Es muss hierdurch ein Druck auf die Innenseite der Schlauchwand ausgeübt und diese immer mehr ausgedehnt und gespannt werden, so lange sie dem Druck Widerstand zu leisten vermag. Zuletzt hört diese Widerstandsfähigkeit auf, in dem Scheitel des Ascus erhält die Membran einen weiten unregelmässigen Riss, in demselben Augenblick schnurrt die Seitenwand vermöge ihrer Elasticität zusammen und hierdurch wird der wässerige Inhalt sammt den Sporen aus dem geöffneten Scheitel mit Gewalt hervorgespritzt. Diese Vorgänge stimmen in allen wesentlichen Punkten mit den bei der Sporenentleerung vieler anderer Ascomyceten, zumal Discomyceten stattfindenden und den oben für Protomyces macrosporus beschriebenen überein. Da ich dieselben ausführlicher an einem anderen Orte zu besprechen beabsichtige, so beschranke ich mich hier auf die obigen Andeutungen. Nach dem Gesagten ist es selbstverständlich, dass die Ausspritzung der Sporen beschleunigt werden muss durch plötzlich gesteigerte Wasseraufnahme, woraus sich die sofortige Entleerung

reifer Asci, welche in Wasser gelegt werden, erklärt. Und ferner muss eine Beschleunigung der Ejaculation dann eintreten, wenn der Druck, unter welchem die Ascuswand steht, von aussen her gesteigert wird, daher sich die reifen Asci eines Hymenium um so bälder entleeren, je mehr andere sich zwischen sie eindrängen, je mehr also die Ausbildung des Hymeniums vorwärts schreitet.

In den auf der Entwickelungshöhe stehenden Hymenien ejaculiren fortwährend einzelne Asci ihre Sporen. Legt man eine frische Tasche, welche vom Hymenium überzogen ist z. B. auf eine Glasplatte, so findet man in ihrem Umkreis schon vor Ablauf einer Stunde zahlreiche Gruppen von je 8 Sporen, jede ursprünglich in einem kleinen Tröpfchen wässeriger Flüssigkeit liegend, zuweilen auch noch von körnigen Protoplasmaresten umgeben (Fig. 9 *a*). Im Laufe eines Tages vermehrt sich die Zahl der ejaculirten Sporen derart, dass rings um die Tasche ein weisslicher, fein staubiger Hof entsteht, der eine Breite von etwas über 1 Cm. zu erreichen pflegt; die Sporen werden also 1 Cm. weit weggeschleudert.

Die einzelnen Sporen (Fig. 8 *d*, *f*, *g*, 9) sind rundlich oder breit oval, die meisten etwa $^1/_{112}$ Mm. lang und $^1/_{150}$ Mm. breit, manche etwas grösser oder kleiner ($^1/_{100}$ Mm., $^1/_{170}$ Mm. u. s. w.), manchmal ist die Grösse der in einem Ascus enthaltenen ziemlich ungleich. Sie sind mit einer einfachen farblosen zarten Membran versehen, welche fast homogenes, nur wenig körniges Protoplasma umschliesst: in der Mitte des letzteren befindet sich oft ein heller, zart umschriebener rundlicher Raum, der wohl als Vacuole zu bezeichnen sein wird. Wenn die aus dem Ascus entleerten Sporen in Wasser oder in einer nicht zu concentrirten Zuckerlösung liegen, so beginnen sie sehr bald, oft schon 30 bis 50 Minuten nach der Entleerung, in einer eigenthümlichen Weise zu keimen. Sie verhalten sich nämlich genau wie die Zellen der Bierhefe in einer zu ihrer Vermehrung geeigneten Flüssigkeit thun (Fig. 10, 11, 12). An irgend einem Punkte sprosst eine kleine Ausstülpung hervor, welche an ihrer Ursprungszelle sehr schmal bleibt, im übrigen fast zu der Grösse ihrer Mutterzelle heranwächst, die gleiche Structur wie diese und entweder längliche oder breit elliptische bis rundliche Form annimmt. Schon bevor sie ihre volle Grosse erreicht hat, gliedert sie sich durch eine Querwand von der Mutterzelle ab, indem sie dabei mit dieser locker verbunden bleibt oder sich ganz loslost. Dieselbe Sprossung wiederholt sich später an anderen Punkten der Spore, und tritt wie bei dieser auch an ihren Sprossen mehrere Generationen hindurch ein. Sorgt man dafür, dass die Sprosszellen nicht von einander getrennt werden, indem man die Aussaaten vor Erschütterungen

schützt, so erhält man, genau wie bei der Cultur von Hefenzellen, aus jeder Spore nach einiger Zeit ein Büschel von reich verästelten kurzen rosenkranzförmigen Zellreihen, welche leicht erkennen lassen, wie sie aus Sprossungen verschiedener Generation bestehen. Fünf Stunden nach der Entleerung fand ich schon die dritte Sprossgeneration in Entwickelung begriffen, 24 Stunden nachher Büschel, an welchen 5 bis 7 Generationen, jede in zahlreichen Individuen, deutlich gezählt werden konnten (Fig. 10 — 13). Zwischen den Zellen verschiedener Generationen fand ich insofern einen Unterschied, als nur die der ersten die gleiche Grösse wie die Sporen erreichen, die übrigen aber um so kleiner sind, je späterer Generation sie angehören; und zwar ist, soviel ich beobachtet habe, dieser Grössenunterschied ein constanter und dauernder. In der Structur fand ich keine Verschiedenheit zwischen den Zellen verschiedener Generationen. Auch die primäre Zelle einer Sprossfamilie, d. h. die Spore behält, so lange die Sprossungen dauern, immer ihren ursprünglichen Bau mit der einzigen Modification, dass oft, doch nicht immer, die in dem Protoplasma vorhandene Vacuole grösser wird und schärfer hervortritt als zu Anfang; ohne dass jedoch letzteres je ganz verschwindet. Bei den in reines Wasser gemachten Aussaaten fand ich die Sprosszellen immer schmal elliptisch, oft fast cylindrisch, also in ihrer Gestalt von den Sporen verschieden (Fig. 10, 11). Bei Aussaaten in Zuckerlösung werden sie breiter, den Sporen ähnlich, bei einer Aussaat in eine etwa 10procentige mit wässerigem Decoct von Bierhefe versetzte Zuckerlösung hatten alle breit ovale bis kugelrunde Form (Fig. 12, 13).

Bei der Leichtigkeit, mit welcher die beschriebenen Sprossungen entstehen, ist es von vornherein wahrscheinlich, dass dieselben auch an denjenigen Sporen eintreten, welche bei der Ejaculation auf die Oberfläche der Taschen zurückfallen, denn diese erhalten hier die zu der Entwickelung nothwendige geringe Menge Flüssigkeit theils durch die Entleerung der Asci selbst, theils durch die atmosphärischen Niederschläge. In der That findet man auch die Oberfläche reiferer Taschen, zumal wo dieselbe die gelbliche Färbung zeigt, mit unzähligen der beschriebenen Sprosszellen dicht bedeckt, und diese häufig noch im Zusammenhange mit einander. Auch in der Höhlung reifer Taschen sind die hefeähnlichen Bildungen immer in Unmasse vorhanden, sowohl bei Prunus Padus, wo die ganze Innenfläche der Wand, als auch bei den zwei anderen Arten, wo nur das fruchtbare Ei von dem Exoascus-Hymenium überzogen ist.

Bei einer Vergleichung der hefenartigen Gebilde mit gewöhnlicher, in lebhafter

Sprossung befindlicher Bierhefe treten nur geringe Verschiedenheiten hervor, besonders wenn man von jenen die breitzelligen Formen, welche sich in Zuckerlösung bilden, im Auge behält. Die einzigen Unterschiede bestehen einestheils in der bei den späteren Generationen der Exoascussprossungen stetig abnehmenden Grösse, anderntheils darin, dass die Zellen der letzteren immer zärter contourirt und mit minder stark lichtbrechendem Protoplasma versehen sind, daher blasser aussehen als bei der Bierhefe. Auch zeigen dieselben, was ich bei letzteren nie fand, bei längerer Cultur in der Flüssigkeit sehr oft im Innern eine kleine rundliche excentrische Protoplasmamasse, von welcher viele fadenförmige, netzartig anastomosirende Streifchen nach allen Seiten hin ausstrahlen. Immerhin ist aber die Aehnlichkeit mit der Bierhefe gross genug, um beide Bildungen leicht miteinander verwechseln zu lassen, wenn sie untereinander gemengt sind. Es kann daher gefragt werden, ob die beobachteten Sprossungen wirklich von den Sporen des Exoascus ausgehen und nicht von ächten Hefezellen, welche diesen zufällig beigemengt sind; oder ob etwa die Sprosse der Exoascussporen mit den Zellen der Bierhefe identisch sind.

Die erste dieser Fragen ist leicht zu entscheiden. Bringt man einen dünnen Durchschnitt eines reifen Hymeniums in einen Wassertropfen auf den Objectträger, so kann man an demselben die Entleerung der Asci leicht sehen und solche Sporen, deren Austritt man direct beobachtet hatte, im Auge behalten. Beobachtet man letztere einige Stunden lang anhaltend, so überzeugt man sich auf das Bestimmteste, dass die beschriebenen Sprossungen von ihnen ausgehen. (Vergl. die Erklärung von Fig. 10, 11.) Nicht selten findet man selbst im Innern unversehrter Asci Sporen, an welchen die Sprossungen schon begonnen haben.

Die zweite Frage kann in Ermangelung sicherer morphologischer Anhaltspunkte dadurch beantwortet werden, dass man untersucht, ob die Sprosszellen und Sporen des Exoascus gleich der Hefe Alkoholgährung zu erregen vermögen. Ich habe zu diesem Zwecke eine Reihe von Versuchen angestellt, indem ich die genannten Theile des Exoascus in Zuckerlösungen brachte, deren Gährungsfähigkeit durch Vor- und Parallelversuche constatirt wurde, und welchen die zur Entwickelung der Fermentpilze nöthigen Stoffe in verschiedener Form und Menge zugesetzt waren. Sämmtliche Versuche ergaben übereinstimmend und unzweifelhaft das Resultat, dass die Entwickelungsproducte der Exoascussporen nicht im Stande sind in einer gährungsfähigen Zuckerlösung die Alkoholgährung zu erregen. Es dürfte daher auch überflüssig sein, die einzelnen Versuche hier zu beschreiben. Cultivirt man die sprossenden

Sporen in Zuckerlösungen oder in reinem Wasser, so hört die Vermehrung der Sprossungen nach wenigen Tagen auf, die einzelnen Zellen sterben früher oder später ab, ihr Inhalt schrumpft und zieht sich von der Membran zurück. In den Zuckerlösungen treten dabei in der Regel Vibrionen in Menge auf, zuweilen auch Schimmelpilze, deren Keime mit den Exoascussporen natürlicher Weise leicht in die Flüssigkeit gelangen können. Weitere Entwickelungserscheinungen an den Exoascussporen zu beobachten ist mir bis jetzt nicht gelungen. Frisch auf die feucht gehaltene Oberfläche junger Zweige, Blätter, Früchte und Knospen von Pr. domestica und Padus gebracht, zeigten sie mir nur die beschriebenen Veränderungen; ob und wie sie in die genannten Organe eindringen können, war ich nicht im Stande zu entscheiden. Mehrere Monate lang trocken oder in reinem Wasser aufbewahrte Sporen und Sprosszellen fand ich immer entwickelungsunfähig, augenscheinlich abgestorben. Es bleibt daher in der Entwickelungsgeschichte des Exoascus eine Lücke, welche durch fernere Beobachtungen auszufüllen sein wird. —

Um die Aetiologie der Taschenbildung ganz unzweifelhaft festzustellen, ist es allerdings nothwendig, dass die Entwickelungsgeschichte des Exoascus zum vollständigen Abschluss gebracht werde. Doch geht, wie mir scheint, schon aus den bis jetzt bekannten Thatsachen mit nahezu vollständiger Gewissheit hervor, dass die Vegetation des von Fuckel entdeckten Pilzes die alleinige nächste Ursache der Entartungen der Pflaumenbäume ist, von welchen hier geredet wird. Beachtet man die oben ausführlich dargestellte Vertheilung der von Exoascus bewohnten degenerirten Organe auf den Bäumen, sowie den Umstand, dass letztere selbst im übrigen ganz gesund sind (was wenigstens in den von mir untersuchten Fällen unzweifelhaft war), so sieht man ein, dass die Entartungen nur eine local wirkende Ursache haben können, d. h. eine solche, die auf die degenerirenden Theile allein einwirkt und andere, diesen gleichnamige, gleichalterige und nächstbenachbarte unberührt lässt. Die atmosphärischen Agentien, wie Wärme, Nässe u. s. w., können daher unmöglich die bestimmenden Ursachen sein, denn es ist nicht einzusehen, wie sie auf gleiche Organe, welche ihnen in gleicher Weise ausgesetzt sind, durchaus verschiedene Wirkungen auszuüben vermögen. Dass Verletzungen durch Insekten nicht in Betracht kommen können, zeigt jede halbwegs aufmerksame Beobachtung; dass Befruchtungsstörungen keine ursächliche Bedeutung haben können, geht einerseits aus dem Vorhandensein vollkommen befruchteter, einen normal entwickelten Embryo enthaltender Eier in den Schlehen- und Zwetschentaschen, andererseits aus dem Vorkommen der Entartung

an Laubsprossen unzweifelhaft hervor. Fallen aber alle diese von den älteren Autoren angenommenen Ursachen weg, so bleibt den mitgetheilten Beobachtungen zufolge, der Exoascus wie mir scheint allein übrig. Die Wahrnehmungen, dass der Pilz beständig und ausnahmslos in den degenerirten Organen, und zwar nur in diesen und ihrer unmittelbaren Nähe vorhanden ist, dass die engsten Beziehungen zwischen seiner Entwickelung und dem Fortschreiten der Entartung bestehen, und dass sein Mycelium in den Bastbündeln der entartenden Organe offenbar schon vor Beginn der Degeneration weit verbreitet ist, deuten schon an und für sich ziemlich bestimmt darauf hin, dass die Entartung eine Wirkung der Pilzvegetation ist; und diese Ansicht erhält dadurch eine feste Stütze, dass die in dem vorliegenden Falle beobachteten Erscheinungen in allen Punkten, auf welche es hier ankommt, mit anderweitig beobachteten übereinstimmen, bei welchen es bestimmt und lückenlos nachgewiesen ist, dass die Entwickelung eines parasitischen Pilzes die alleinige unmittelbare Ursache von Entartung und Krankheit seiner Nährpflanze darstellt. Ich will hier nur an das eine Beispiel des Cystopus candidus und der Anschwellungen, Verkrümmungen und taschenförmigen Erweiterungen, welche er an Blüthenstielen und Früchten der Cruciferen verursacht, erinnern.[26]) Dass der Exoascus von aussen her durch seine eindringenden Keime in die Pflanzentheile gelange, wird bei unseren dermaligen Kenntnissen von den Schmarotzerpilzen nicht zu bezweifeln sein. Wie, wo und wann dies geschieht, müssen fernere Beobachtungen entscheiden, für welche, wie ich glaube, schon in dem oben Mitgetheilten einige Andeutungen enthalten sind. Es versteht sich von selbst, dass mit dem bisher gesagten ein Einfluss der Witterung auf die Taschenbildung nicht geleugnet werden soll, da ja die Entwickelung des Exoascus so gut wie die jeder anderen Pflanze in gewissem Grade von dem Wetter abhängig sein muss. Fälle von excessiv häufiger und excessiv seltener Taschenbildung mögen auch in Witterungsanomalien ihre Veranlassung haben können. Allein man würde sich sehr täuschen, wenn man, den älteren Autoren folgend, solche Anomalien für nothwendige Gelegenheitsursachen der Exoascus- und Taschenentwickelung halten wollte. In den beiden letzten Jahren z. B. waren die Zwetschenbäume, welche ich genau beobachtet habe, von ihrer Blüthezeit an bis zum Erscheinen der Taschen sehr verschiedener Witterung ausgesetzt; nichts destoweniger trugen die nämlichen Bäume in beiden Jahren Taschen in gleicher Häufigkeit, soweit

---

[26]) Vgl. de Bary, Recherches sur le développement de quelques Champignons parasites. Ann. des Sc. nat. 4e Sér. Tom. XX.

sich das abschätzen lässt. Es mag erlaubt sein, die Witterungsverschiedenheiten in dem erwähnten Zeitraum beider Jahre wenigstens den Hauptpunkten nach anzugeben.

1863 begann die Blüthe der beobachteten Bäume um den 15. April, die ersten Taschen erschienen am 12. Mai. Während dieser Zeit herrschte beständige, ziemlich warme, man kann sagen normale Frühlingswitterung; meist unterbrochen bewölkter Himmel; wenig Regen fiel am 17., 21., 23., 25., 27., 28., 30. April, am 2., 3., 4., 5. u. 10. Mai, starker und dauernder Regen am 15. April. Die niederste Temperatur war + 4° C. (am 20. April, Maximum desselben Tages + 17° C.), am 29. April war das Tagesminimum + 5° C. (Maximum desselben Tages + 15°). Vom 1. Mai an sank das Tagesminimum nie unter + 8° C. Das niederste Tagesmaximum (im Schatten) betrug während der ganzen Zeit + 13° C. (25. und 30. April).

1862 ist durch mehrfache Anomalien ausgezeichnet. Die Blüthe der Zwetschen beginnt um den 25. März, die ersten Taschen erscheinen an den beobachteten Bäumen am 3. u. 4. Mai. Temperatur vom 25. März bis 11. April für die Jahreszeit warm: niederste Tagesminima + 4° C. (25. März) + 3° (2. April). Niederstes Tagesmaximum (immer im Schatten) + 13° C. (31. März) höchstes + 22° C. (26. März, 9. April). Himmel meist unterbrochen bewölkt, Regen am 27. März den ganzen Tag, am 28. Vormittags, am 31. Nachmittags. Am 12. April plötzliches Sinken der Temperatur: Tagesminimum + 5°, Maximum + 11°. Am 13. Minim. + 2°, Maximum + 8°, Nebel, Schnee. Am 14.—16. April Nachtfröste und Reif (Minimum der Tage: — 3°, — 1°, 0°, Maximum + 8°, + 10°, + 12°). Vom 17. April an steigt die Temperatur wieder auf den Stand vor dem 12., vom 20. April bis 6. Mai sinkt das Tagesminimum nie unter + 8° C., niederstes Tagesmaximum während dieser Zeit + 17°, höchstes + 27° C. Nur am 22., 23., 26. April wenig Regen.

Achtet man auf die Taschen, so findet man dieselben, soweit meine Erfahrungen reichen, in der Regel alljährlich an denselben Bäumen. Wenigstens erinnere ich mich bestimmt, dass sie mir in den letzten 5 Jahren alljährlich aufgefallen sind an einigen Exemplaren von Prunus Padus, bei denen ich täglich vorübergehe; aus den letzten 2 Jahren habe ich genaue Notizen darüber. Ebenso bestimmt weiss ich allerdings auch, dass ich vor dem Jahre 1862 an den Zwetschenbäumen in der Nähe meiner Wohnung keine Taschen bemerkt habe, dass ich sie aber fast an allen diesen Bäumen in Menge fand, sobald ich 1862 und 1863 danach suchte; und ganz ähnlich ist es mir mit den Schlehen ergangen.

Nach diesen Erfahrungen ist es wohl erlaubt anzunehmen, dass die Ansichten,

nach welchen Witterungsanomalien die Taschenbildung veranlassen sollen, einfach darin ihren Grund haben, dass die Autoren in einzelnen Jahren Taschen beobachteten, in welchen ihnen zufällig auch jene Anomalien aufgefallen waren; dass sie aber zwischen beiden Erscheinungen einen Causalzusammenhang blos deshalb annahmen, weil sie meinten die Taschenbildung komme in anderen Jahren nicht vor, eine Meinung welche ihren Grund nur in der Nichtbeachtung genannter Erscheinung hat.

Betrachtet man den Exoascus vom Gesichtspunkte der beschreibenden Mycetologie aus, so ist zunächst zu bemerken, dass bis jetzt kein irgend erheblicher Unterschied gefunden werden konnte zwischen den auf Prunus domestica, spinosa und Padus vorkommenden Formen; höchstens fand ich auf letzteren Species zuweilen die Asci etwas kleiner als auf den beiden anderen, doch ist diese Eigenthümlichkeit keineswegs eine beständige. Die genannten Formen sind daher unter einer und der nämlichen Art, Exoascus Pruni Fuckel, zu vereinigen. Dass die Gattung Exoascus eine wohlbegründete und von allen bekannten Pilzgenera verschiedene ist, bedarf wohl keiner ausführlichen Beweisführung; in wieweit die von Fuckel gegebene kurze Characteristik derselben „Sporidia in asco libero, asci in hypha brevissima" abzuändern und zu verbessern ist, ergibt sich aus den mitgetheilten Beobachtungen von selbst. Was die Stellung der Gattung im Systeme anlangt, so dürfte der ihr von Fuckel gegebene Platz unter den Haplomyceten Fr. und neben den Mucorinen schwerlich der richtige sein. Mir scheint es nicht zweifelhaft, dass sie auf Grund der Entwickelung ihres Hymeniums, ihrer Asci und Sporen zu den ächten Discomyceten mit stets freiem Hymenium gehort, also an die Seite von Helvella, Spathulea, u. s. w. und dass sie sich zu den letzgenannten Gattungen ganz ähnlich verhält, wie unter den verwandten Pyrenomyceten etwa Sphaeria typhina zu den mit grossem fleischigem Fruchtträger versehenen Cordycepsformen. Die Gattung Exoascus scheint eine sehr grosse geographische Verbreitung zu haben. Aus den oben mitgetheilten Nachrichten geht zunächst hervor, dass die durch Exoascus Pruni erzeugten Taschen der Pflaumenbäume in dem mittleren und südlichen Europa eine sehr häufige Erscheinung sind, und die meisten Leser werden dieses durch ihre eigenen Erfahrungen bestätigen können. J. Robb (l. c.) hat offenbar die nämliche Erscheinung an Pflaumenbäumen zu Fredericton in Neu-Braunschweig beobachtet. Und Wallich hat im Himalaya einen wie es scheint mit Cerasus Padus verwandten Baum gefunden, welcher neben seinen normalen, eiförmig-runden Früchten monströse, hülsenähnliche so häufig trägt, dass er nach den letzteren Cerasus cornuta genannt worden ist. Treviranus, welcher dieAbbildung von C. cornuta bei Royle

gesehen hat und ein Anonymus im Gardener's Chronicle (s. Bot. Ztg. 1853, 816) tragen kein Bedenken, jene hülsenähnlichen Früchte für Taschen zu halten.

Ich selbst konnte weder Abbildungen noch Exemplare von C. cornuta vergleichen. Auf meine Bitte in dem Kgl. Herbarium zu Berlin Cerasus cornuta aufzusuchen, antwortete mir A. Braun: „Meine Nachsuchungen nach Cerasus cornuta waren vergeblich. Unser Herbarium ist zwar sehr reich an Exemplaren verschiedener Cerasus-Arten aus Sikkim und Nepal, Wallich'schen Originalexemplaren und solchen von Hooker und Thomson, unter denen auch mehrere Varietäten von Prunus Padus vorkommen, aber Cerasus cornuta fehlt, was darauf hinzudeuten scheint, dass es eine monströse Form ist, die wahrscheinlich nur einmal von Wallich gesammelt worden ist.“ Nach den mitgetheilten Daten dürfte es aber kaum zweifelhaft sein, dass die im Himalaya wie im nördlichen Amerika beobachteten Missbildungen von einem Exoascus herrühren; ob von dem europäischen Ex. Pruni oder einer andern verwandten Art müsste noch untersucht werden.

III. Zur Morphologie der Phalloideen.

Tafel XXIX.

Die beiden in Mitteleuropa verbreiteten Phalloideen, Phallus impudicus L. und Ph. caninus Huds. oder Cynophallus der neueren Autoren gehören ihrer wunderbaren Form und ihres eigenthümlichen Auftretens wegen gewiss zu den bekanntesten Schwämmen, und insonderheit dürfte Ph. impudicus zu denjenigen zu zählen sein, welche am häufigsten beschrieben und abgebildet worden sind, von der Schrift des Hadrianus Iunius[27]) an bis auf unsere Tage. Die vorhandenen Kenntnisse über ihre Structur und besonders ihre Entwickelung sind dagegen vielfach lückenhaft, wenngleich Einzelne, zumal für seine Zeit Micheli und neuerdings vor Allen Corda (Icon. fung. Tom. V, VI), dessen Arbeiten über Phalloideen meines Erachtens zu den besten, welche dieser fleissige Forscher geliefert hat, gehören, gute Aufschlüsse darüber gegeben haben. Es scheint mir daher nicht überflüssig, wenn ich in Folgendem die Resultate einiger entwickelungsgeschicht-

---

[27]) Phalli, ex fungorum genere in Hollandiae sabuletis passim crescentis descriptio et ad vivum expressa pictura, Hadriano Iunio Medico auctore. Res nova et prioribus saeculis incognita. Delphis (Delft) 1564. Vgl. darüber Bot. Zeitung, 1864, Nr. 16.

licher Untersuchungen, welche theils an Ph. impudicus, besonders aber an Ph. caninus angestellt worden sind, mittheile, zumal da dieselben wie ich glaube zum Verständniss der ganzen Phalloideengruppe im Sinne von Fries Systema Mycologicum d. h. sowohl der Phalloideen als auch der Lysuroideen und Clathraceen Corda's beitragen dürften. Von der Litteratur, welche die Phalloideen behandelt, hat v. Schlechtendal vor kurzem in dem 31. Bande der Linnäa (1861—62) das Meiste ausführlich zusammengestellt. Ich glaube daher den Umfang dieses Aufsatzes nicht durch eine abermalige Aufzählung derselben nutzlos vermehren zu sollen, sondern verweise den Leser auf genannten Band der Linnäa und auf Hoffmann's Index fungorum.

Die Mycelium von Phallus caninus findet sich in Wäldern, theils in humusreicher Erde, theils in faulem Holze. Ich fand es in weissfaulen Stämmen von Carpinus Betulus, Abies pectinata DC., Andere fanden den Pilz auf faulen Strünken von Corylus, er scheint daher unter den Holzarten welche er bewohnt keine strenge Wahl zu treffen. Das Mycelium perennirt; ich beobachte es seit 4 Jahren in einem und demselben Weisstannenstumpfe, wo es alljährlich zahlreiche Fruchtkörper erzeugt. Es stellt wurzelähnliche cylindrische Stränge dar, welche über fusslang werden und in zahlreiche oft netzartig anastomosirende Zweige getheilt sind, von denen die stärkeren über 1 Mm. dick, die feineren haardünn sind. Letztere spalten sich an ihren Enden oft in zahlreiche mikroskopisch-feine Fasern oder Fäden, welche sich in dem Holze und dem Boden ausbreiten oder, in letzterem, Holz- und Rindenstückchen, Früchte u. s. w. umspinnen. Die Stränge bestehen aus sehr zahlreichen dünnen septirten Pilzhyphen, welche sämmtlich der Länge des Stranges nach verlaufen, und in der Mitte des Stranges ziemlich gerade und fest aneinander gedrängt, ohne luftführende Interstitien, in den oberflächlichsten Lagen unregelmässig geschlängelt, locker verflochten und vielfach durch lufthaltige Interstitien von einander getrennt sind. Auf dem Querschnitte ist der Strang für das blosse Auge grösstentheils gelblich, etwas durchscheinend, aussen von einer nur dünnen weissen Schicht wie von einer Rinde überzogen. Der gelbliche Theil entspricht dem luftfreien, der weisse dem lufthaltigen Gewebe. Letzteres verdankt seine Farbe wohl zum Theil dem Luftgehalt, hauptsächlich aber einer reichlichen Ablagerung von oxalsauerem Kalk. Dieser findet sich vorzugsweise zwischen den Hyphen und auf der Aussenseite der oberflächlichsten, in Form von unregelmässigen eckigen kleinen Krystaldrusen, welche den Hyphen anhaften und dieselben oft dicht incrustiren. Selten kommen zwischen den Drusen regelmässige Octaeder vor. Ferner sind an den oberflächlichen Fäden oft einzelne Zellen in ihrer Mitte zu kugeligen bis $\frac{1}{20}$ Mm. grossen

Blasen angeschwollen, deren jede von einer aus oxalsaurem Kalke bestehenden Kugel zum grössten Theile ausgefüllt wird. Die Kugeln sind solide oder mit einer engen centralen Höhlung versehen und von strahlig-faseriger Textur (Fig. 14). Als oxalsauren Kalk bezeichne ich die genannten Krystalle und krystallinischen Kugeln auf Grund folgender Reactionen. Sie sind unlöslich in Essigsäure, lösen sich ohne Gasentwickelung in Salzsäure und Schwefelsäure, in letzterer unter gleichzeitigem Anschiessen von Gypsnadelchen. Durch Glühen werden sie ohne ihre Form zu verändern gebräunt, nach dem Glühen lösen sie sich leicht und unter lebhafter Gasentwickelung in Essigsäure und den genannten Mineralsäuren. Es mag hier kurz bemerkt werden, dass der oxalsaure Kalk in den Geweben und auch auf der Oberfläche von Pilzen in sehr grosser Verbreitung und Häufigkeit vorkömmt und dass speciell viele Mycelien ihm ihre weisse Farbe verdanken. Die Formen, in welchen er auftritt, sind je nach den einzelnen Fällen sehr verschieden, fast immer findet er sich zwischen den Fäden, aus welchen der Pilz besteht oder auf der Aussenfläche; für sein Vorkommen im Inneren von Zellen ist das oben beschriebene Beispiel das einzige mir bis jetzt mit Sicherheit bekannte. Alle Krystalle, welche man bis jetzt auf Pilzen gefunden hat, und es sind solche für eine nicht geringe Zahl von Fällen gelegentlich beschrieben worden, gehören zu diesen Ablagerungen von oxalsaurem Kalk, über welche ich anderwärts ausführlicher reden werde[28]). Hier mag nur noch darauf hingewiesen werden, wie unbegründet es ist, wenn Nylander (Synops. Lichenum, p. 4) die Ablagerungen von oxalsaurem Kalke den Pilzen abspricht und als eine Eigenthümlichkeit des Flechtengewebes bezeichnet.

Die bis jetzt fast allein bekannten Organe des Phallus caninus, aus welchen zuletzt die Sporenmasse von einem spindelförmigen Stiele getragen hervorbricht, will ich die Fruchtkörper nennen. Ihre jüngsten Anfänge sitzen immer auf den dünnen haar- bis borstendicken Myceliumästen, und zwar meistens terminal, seltener seitenständig. Aeltere Fruchtkörper werden dagegen immer von dickeren Strängen getragen; es scheint daher, dass diese während der Ausbildung ersterer in die Dicke wachsen (Fig. 1).

Die Fruchtkörper selbst treten zuerst als kleine ovale, etwa 1—1½ Mm. lange Körperchen auf, gleichsam Anschwellungen der Myceliumzweige, mit glatter schneeweisser Oberfläche und durchaus von einem gleichförmigen, dichten weissen Geflechte

[28]) Von den Incrustationen der Myxomyceten ist hier nicht die Rede. Sie bestehen, wie ich anderwärts (Zeitschr. für wissensch. Zoolog. X.) gezeigt habe, aus kohlensauerem Kalke.

feiner Hyphen, welche sich unmittelbar in die des Myceliums fortsetzen, gebildet (Fig. 1. 2). Die Hyphen sind sehr zart, ihre Dicke mag etwa $^1/_{500}$ Mm. — $^1/_{450}$ Mm. betragen, ist jedoch nicht leicht ganz genau zu bestimmen: sie sind reich verzweigt, die Interstitien ihres dichten Geflechts lufthaltig; ich will dieses Gewebe in Folgendem als das primitive bezeichnen. Etwas grössere, etwa 2 Mm. lange Exemplare zeigen einen in sofern veränderten inneren Bau, als in ihrer oberen (d. h. dem Insertionspunkt an dem Mycelium abgekehrten) Hälfte, eine kurze Strecke innerhalb der Aussenfläche eine schmale glockenförmige (auf dem radialen Längsschnitt hufeisenförmige) Schichte verläuft, welche gallertartig, durchscheinend, in reflectirtem Lichte betrachtet wässerig grau ist. Alle übrigen Theile haben das ursprüngliche Ansehen. Der Körper besteht somit in seiner oberen Hälfte aus einer axilen, kuppelförmigen Mittelsäule, welche durch die Gallertschicht von der weissen Aussenwand getrennt ist. Mittelsäule und Aussenwand setzen sich in das weisse Gewebe der unteren Hälfte continuirlich fort (Fig. 3). Bei etwa erbsengrossen Exemplaren hat die Gallertschicht an Dicke beträchtlich zugenommen und sich in der Richtung der Oberfläche derart vergrössert, dass ihr unterer Rand bis nahe an den Insertionspunkt reicht. Die Mittelsäule hat hierdurch die Gestalt eines oben abgerundeten Cylinders, ihre Basis liegt unmittelbar über dem Insertionspunkt und geht direct in die Aussenwand über (Fig. 4 *b*). In wenig (5—6 Mm.) grösseren Exemplaren findet man den oberen Theil der Mittelsäule etwas angeschwollen; in dem weissen Gewebe desselben nahe unter der Oberfläche, liegt eine in reflectirtem Licht graue Schicht von der Gestalt eines dünnen oben und unten abgeschnittenen und offenen Hohlkegels, dessen Längsachse mit der der Mittelsäule zusammenfällt. Auf dem radialen Längsschnitt erscheint diese Schicht in Form zweier schmaler nach oben convergirender Streifen. Ferner wird die ganze Mittelsäule in ihrer Längsachse von einem gleichfalls grau aussehenden linienförmigen (im Querschnitt kreisrunden) Streifen durchzogen, welcher in geringer Entfernung von der Basis und Spitze der Mittelsäule endigt, in seinem oberen Theil also von der hohlkegeligen Schicht umringt wird (Fig. 5 *b*).

Hiermit sind alle Theile, aus welchen der reife Fruchtkörper zu bestehen hat, angelegt. Nach der für die Gasteromyceten eingeführten Terminologie ist die hohlkegelförmige Schicht die Anlage des sporenbildenden Gewebes oder der Gleba. Die Hüllen, von welchen sie umgeben wird, sind als Peridie zu bezeichnen und diese besteht aus der Aussenwand, der Gallertschicht und der Innenwand. Mit letzterem Namen will ich den dünnen weissen Ueberzug der Gleba allein bezeichnen;

der streng genommen dazu gehörige unterhalb der Gleba gelegene Theil der Mittelsäule möge der besseren Unterscheidung halber das Basalstück heissen. Der graue axile Streif ist die Anlage des den Phalloideen eigenen, im vorliegenden Falle spindelförmig-stielartigen Trägers der Gleba oder des Stiels. Den oberen Theil des letzteren, soweit er von der Gleba umringt wird, will ich als Stielspitze unterscheiden. Zwischen dieser Spitze und der Gleba liegt, wie aus obiger Beschreibung hervorgeht, eine weisse Geweheschicht, welche die Form eines vom Stiel durchbohrten Kegels hat und sich an ihrem oberen und unteren Ende continuirlich in die Innenwand und das Basalstück fortsetzt. Ich will sie in Folgendem den Kegel nennen. Was die feinere Structur dieser Theile betrifft, so besteht die Aussenwand der Peridie aus einem mehrschichtigen hautartigen Geflecht langgliedriger verzweigter Hyphen verschiedener Dicke. Die engen Interstitien des Geflechts enthalten Luft; oxalsauren Kalk fand ich nur auf der Oberfläche und bei verschiedenen Exemplaren in sehr verschiedener Menge. Die Gallertschicht besteht aus langgliedrigen, dünnen septirten Fäden mit zarter Membran und homogenen Protoplasmainhalt, welche reich verzweigt, und locker mit einander verflochten, vielfach auch netzförmig verbunden sind. Die sehr weiten Lücken zwischen denselben werden ausgefüllt von einer structurlosen wasserhellen homogenen Gallerte, welche in Wasser aufquillt und in Alkohol erhärtet.[29]) Dieses Gewebe, welches Gallertgewebe oder Gallertfilz genannt werden mag, gleicht im Wesentlichen demjenigen, aus welchem die meisten gelatinösen Pilzkörper bestehen, es ist für die Phalloideen schon von Corda, Rossmann und Anderen beschrieben worden. Wo es an die Aussen- und Innenwand der Peridie und das Basalstück grenzt, da gehen seine Fäden unmittelbar in die der genannten Organe über. Die weisse Substanz aus welcher Innenwand, Basalstück und Kegel bestehen, wird von einem lufthaltigen dichten Geflechte primitiver Fäden gebildet: auch die Stielanlage hat diesen Bau, nur ist ihr Gewebe luftfrei und daher durchscheinend. Nach Entfernung der Luft aus dem Basalstück und Kegel konnte ich keinen Unterschied und keine scharfe Grenze mehr zwischen diesen Theilen und der Stielanlage finden.

[29]) Diese Beschreibung soll einfach das Aussehen des in Rede stehenden Gewebes anschaulich machen. Es würde zu weit führen, wollte ich hier die Frage discutiren, ob die anscheinend intercellulare Gallerte als eine eigentliche sogenannte Intercellularsubstanz oder als ein Theil der Zellmembranen selbst zu betrachten ist. Ich halte die letztere Ansicht für die richtige, und zwar für alle gallertigen Gewebe, von welchen in diesem Aufsatze die Rede ist. Die Gründe hierfür werden an einem anderen Orte mitgetheilt werden.

Die graue Farbe der Glebaanlage rührt gleichfalls von einem wenigstens theilweisen Verschwinden des Luftgehalts her. Sie besteht auch in den jüngsten Zuständen, welche ich untersuchen konnte, aus zahlreichen schmalen, unregelmässig gewundenen und netzförmig anastomosirenden Platten, welche enge Lücken zwischen sich lassen. Das Gewebe der Platten ist von dem primitiven kaum verschieden, und geht ohne Unterbrechung in das der angrenzenden Theile (Kegel etc.) über; es ist luftfrei, die Lücken dagegen von Luft erfüllt (vgl. Fig. 15).

Aus dem Mitgetheilten folgt, dass die bisher beschriebenen Entwickelungsprozesse theils in einem Wachsthum des primitiven Gewebes durch Bildung und Einschiebung neuer Gewebselemente beruht, theils in einer Differenzirung des anfangs durchaus gleichförmigen Gewebes in lufthaltige und luftfreie oder durch besondere Structur ausgezeichnete Regionen.

Man kann die Veränderungen, welche der Fruchtkörper bis zur ersten Anlage der Gleba und des Stiels durchmacht, füglich als sein erstes Entwickelungsstadium zusammenfassen. Die folgenden Entwickelungsvorgänge sondern sich ziemlich scharf in drei weitere Stadien, und zwar wird das zweite durch die Ausbildung der Gleba, das dritte durch die Ausbildung des Stieles, das vierte endlich durch die Streckung des Stieles und die Durchreissung der Peridie bezeichnet.

In dem zweiten Stadium (Fig. 6—8) schwillt der obere Theil der Mittelsäule zu einem kugeligen, auf dem Scheitel leicht eingedrückten Kopfe an, der allmählich mehr als die doppelte Breite des Basalstücks erhält. Seine Vergrösserung beruht fast ausschliesslich auf einem nach allen Seiten, nur nicht nach dem Kegel gerichteten Wachsthum der Gleba; die anfangs linienförmigen Streifen, welche diese auf dem radialen Längsschnitt darstellt, erhalten halbmondförmige und zuletzt fast halbkreisförmige Gestalt und nehmen dabei wenigstens um das sechsfache an Höhe zu. Die gröbere Structur der Gleba bleibt dabei die ursprüngliche, nur dass die Platten und ihre Anastomosen sich fort und fort in dem Maasse vermehren, dass die lufterfüllten Lücken zwischen ihnen an Weite kaum zunehmen (Fig. 15). Sowohl diese gröbere Structur als auch der feinere Bau der Gleba stimmt im Wesentlichen überein mit der für alle grösseren Gasteromyceten bekannten.[30]) Die Platten bestehen aus einem mehrschichtigen luftfreien durch-

---

[30]) Vgl. Berkeley, Ann. Sc. nat. 2 Sér. tom. XII, p. 160. Tulasne, ibid. Tom. XVII, p. 7, XVIII p. 132, etc. und besonders Tulasne, fungi hypogaei. Die Gleba von Phallus und Clathrus speciell ist von Berkeley l. c., von Tulasne, Fung. hyp. Tab. XXI. Fig. X. auch von Lespiault, Ann. Sc. nat. 3e Sér. Tom. IV (1845) dargestellt.

scheinenden Geflechte zarter farbloser Fäden, welche der Oberfläche der Platte parallel laufen und die Trama derselben bilden. Die Fäden der Trama gehen continuirlich in die der Peridie und des Kegels über. sie sind Zweige derselben. An den Kegel setzen sich die Tramaplatten theils einzeln an, als schmale, mit blossem Auge nicht deutlich unterscheidbare Körper, theils zu dickeren Leisten vereinigt, welche dem blossen Auge als Zacken und Vorsprünge des Kegels erscheinen (Fig. 8, 15). Von der ganzen Oberfläche der Trama entspringen unzählige, senkrecht oder schräg gegen die Lücken gerichtete und reich verästelte Hyphenzweige. Die büschelig geordneten, einzelligen, cylindrisch keulenförmigen Endästchen dieser letzteren (Fig. 16) sind die Basidien: sie sind zu einem die Wand jeder Lücke auskleidenden Hymenium dicht zusammengedrängt. Die Gleba behält ihre ursprüngliche graue Farbe bis sie ihre volle Grösse erreicht hat; eine blass braune Färbung, welche nun eintritt, zeigt den Beginn der Sporenbildung an. Diese lässt keine besonderen, von der anderer basidiosporer Pilze abweichenden Eigenthümlichkeiten erkennen. Nur ist zu bemerken, dass die kleinen länglichen cylindrischen Ausstülpungen auf dem Scheitel der Basidie, welche die erste Anlage der Sporen bilden, sich dicht an der Basidie abgliedern, also ganz zu ungestielten Sporen werden (Fig. 16). Berkeley's Zeichnung (Ann. Sc. nat. l. c., reproducirt in Bail, Syst. d. Pilze Tab. 26) ist in sofern unrichtig, als sie die Sporen auf langen Stielen sitzend darstellt. Die Zahl der auf einem Basidium sitzenden Sporen schwankte in den von mir untersuchten Fällen zwischen 4 und 9, meistens fand ich mehr als 4, am häufigsten 8. Mit der Bildung der Sporen verschwindet der Protoplasmainhalt der Basidie, die zarte, nur mehr wässerige Flüssigkeit umschliessende Membran dieser collabirt und wird bald vollkommen unkenntlich. Die Sporenbildung beginnt, soviel ich erkennen konnte in allen Regionen der Gleba gleichzeitig, zunachst auf einzelnen zerstreuten Basidien, und ist sehr schnell in der ganzen Gleba vollendet. In dem Maasse wie sich die Zahl der Sporen vermehrt, geht die braune Farbe jener in Grün über. Die reife Gleba ist dunkel schwarzgrün; ihre Structur ist gegen die ursprüngliche in sofern verändert, als die Membranen aller ihrer Gewebselemente (die Sporen ausgenommen) zu einer homogenen, durchsichtigen, in Wasser zerfliessenden, in Alkohol erhärtenden Gallerte zusammengeschmolzen sind. Anfangs kann man auf behutsam gemachten frischen Durchschnitten die Tramaplatten noch leicht als durchscheinende Gallertstreifen zwischen den jetzt von Sporen erfüllten Lücken wahrnehmen, später erhält man beim Durchschneiden frischer Exemplare nur mehr eine homogene von zahllosen Sporen durchsäte Schmiere. An in Alkohol erhärteten Exemplaren kann man jedoch auch noch am Ende des dritten Ent-

wickelungsstadiums die Structur der Gleba erkennen. Man sieht die von Protoplasmaklumpen erfüllten Lumina der Tramafäden in einer anscheinend homogenen glashellen Gallerte verlaufen. — Von den reifen Sporen wird unten die Rede sein.

Mit der Gleba nehmen die Theile, welche sie unmittelbar tragen und umgeben, in verschiedenem Verhältniss an Grösse zu. Die innere Peridienwand dehnt sich in der Richtung der Oberfläche derart dass sie fortwährend eine enganschliessende, ringsum geschlossene, hautartige Hülle um die Gleba bildet und behält dabei die Dicke, welche sie am Anfang des zweiten Entwickelungsstadiums hatte. Der Kegel streckt sich in gleichem Maasse wie die Gleba in die Länge, in die Dicke aber in viel geringerem Grade. Er erhält daher eine spitz-conische Gestalt. Aehnlich verhält sich das cylindrische Basalstück; es streckt sich derart, dass es etwa die Höhe der Gleba beibehält, während sein Dickenwachsthum nur etwa den dritten Theil des letzteren beträgt; daher denn die Gleba als ein grosser runder Kopf einem dünnen cylindrischen Träger aufsitzt. Die Verbindung der genannten Theile und ihrer einzelnen Gewebselemente bleibt wahrend des Wachsthums die nämliche wie zu Anfang. Die Hyphen, aus welchen sie bestehen nehmen an Dicke und die lufthaltigen Interstitien ihres Geflechts an Weite stetig zu, das Wachsthum beruht also jedenfalls zum Theil auf Ausdehnung der primitiven Gewebselemente, ob ausschliesslich lasse ich dahingestellt. Was endlich die Stielanlage betrifft, so wächst diese mit den Theilen, welche sie umgeben, gleichmassig in die Länge, nur wenig in die Dicke. Sie behält die Gestalt eines schmalen cylindrischen Körpers, und ihre Structur scheint die ursprüngliche zu bleiben. Mit Bestimmtheit möchte ich jedoch nicht darüber absprechen, ob nicht der erste Beginn ihrer späteren Veränderungen schon in das zweite Entwickelungsstadium fällt.

Sobald die Gleba grün geworden ist, schwillt die Stielanlage gewaltig und auf Kosten ihrer nächsten Umgebung an, und hiermit beginnt das dritte Entwickelungsstadium (Fig. 9—11). Das Wachsthum des Stiels geht zunächst vorzugsweise, wenn auch nicht ausschliesslich in die Dicke, es beginnt an der Spitze und schreitet von hier aus nach unten fort. Der Stiel hat daher zuerst keulenförmige Gestalt (Fig. 9), welche jedoch rasch in die einer Spindel mit stumpfen Enden übergeht (Fig. 10). Hat er die Spindelform angenommen, so beträgt seine Dicke etwa $^1/_3$ von der welche das Basalstück zu Ende des zweiten Stadiums hatte, seine Höhe etwa $^1/_3$ von der der ganzen Mittelsäule zu Ende des genannten Stadiums. Der Stiel wächst nun, unter Beibehaltung seiner bisherigen Lage, auf etwa die doppelte Länge, welche ihm bei Vollendung der Spindelform zukam, heran und nimmt gleichzeitig um ohngefähr $^1/_3$ an Dicke zu. Ganz genau lasst

sich das Maass des Wachsthums nicht angeben, weil dieses nicht an einem und demselben Exemplare verfolgt werden kann. In der Form des Stieles findet hierbei nur in sofern eine kleine Veränderung statt, als sich seine Spitze etwas mehr verschmälert wie das untere Ende. Mit dem Beginn des lebhaften Wachsthums tritt eine auffallende Structurveränderung des Stieles ein. In seiner Längsachse tritt ein cylindrisch spindelförmiger, von dem peripherischen Theile (den ich die Wand des Stieles nennen will) sich scharf abhebender Strang auf, welcher bis dicht an beide Enden reicht und aus einem ähnlichen, nur zartfädigeren durchscheinenden Gallertgewebe besteht wie die Gallertschicht der Peridie. Gleichzeitig nimmt die Wand des Stieles eine erst röthlichgelbe, bald schön fleischrothe Farbe an, und mit dem ersten Erscheinen dieser Färbung besteht sie aus zweierlei scharf von einander gesonderten Gewebeformen. Die eine derselben ist mit dem alten Namen Merenchym zu benennen, in sofern dieser, mit alleiniger Rücksicht auf die Gestalt der Zellen, ein aus rundlichen oder ovalen Zellen gleichförmig zusammengesetztes Gewebe bezeichnet. In der (von der Gleba umringten) Spitze des Stiels bildet das Merenchym einen oben geschlossenen stumpfen Hohlkegel, dessen Aussenfläche mit vielen seichten meist querlaufenden Furchen und Grübchen versehen, daher runzelig ist, während die Innenfläche von engen, sehr tiefen und durch anastomosirende schmale stumpfe Leisten von einander getrennte Gruben und Furchen überall durchzogen wird. Zwischen Aussen- und Innenfläche bleibt eine nur ziemlich dünne homogene und nicht durchfurchte Merenchymlage. Nur auf dem Scheitel ist die Wand aussen und innen glatt (s. Fig. 10, 11, 13). In dem ganzen unteren (d. h. unterhalb der Gleba stehenden) Theile des Stieles bildet das Merenchym dünne, meist 4 bis 6, hie und da mehr Zellenlagen starke Platten, welche zu einer einfachen Schicht ringsum geschlossener Kammern miteinander verbunden sind. An der Grenze zwischen Spitze und unterem Theile des Stiels geht das Merenchym des einen ganz allmählich in das des anderen über. Die Kammern des unteren Theiles sind während des in Rede stehenden Entwickelungsstadiums von oben nach unten stark zusammengedrückt, also sehr niedrig, selten höher als die Platten, welche ihre Wand bilden, dick sind; ihre Wände, zumal die Aussen- und Innenwände, dabei überall und nach allen Richtungen eng und unregelmässig-wellig gefaltet. Von der Aussen- und Innenseite betrachtet, erscheint daher die Stielwand von unzähligen engen und tiefen gyrös gewundenen und anastomosirenden Furchen durchzogen. Alle Kammern, Furchen und Gruben zwischen den Merenchymlagen des ganzen Stiels werden ausgefüllt von einem Gallertgewebe, welches dem des axilen Stranges gleich ist und sich von diesem aus in die Furchen

der Innenfläche continuirlich fortsetzt. Auch die ganze Aussenfläche des unteren Stieltheiles wird von einer sehr dünnen Lage dieses Gewebes überzogen. Das Gallertgewebe ist farblos und durchscheinend, die rothe Färbung kommt dem Merenchym allein zu, daher der Stiel bei genauerer Betrachtung nicht gleichförmig fleischroth, sondern durch unzählige Gallertstreifen marmorirt erscheint.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass die beschriebene Structur des Stiels dadurch zu Stande kommt, dass sich sein gleichförmiges primitives Gewebe in abwechselnde Lagen von Gallertfilz und Merenchym differenzirt. In welcher Weise diese Differenzirung beginnt, darüber konnte ich, bei der Zartheit und engen Verflechtung der primitiven Hyphen keinen näheren Aufschluss erhalten. Soviel ich erkennen konnte ist die Structur und Anordnung der Merenchympartien von Anfang an dieselbe wie in späterer Zeit, nur sind die Wande der Kammern anfangs weniger gefaltet. Die Zellen des Merenchyms sind anfangs sehr klein und mehr polyedrisch als später. In dem Maasse als der Stiel wächst nehmen sie fortwährend an Grösse zu, während ihre Anordnung und Zahl, soviel aus Durchschnitten erkennbar ist, unverändert bleiben und Theilungen in ihnen nicht gefunden werden. Die ganze Vergrösserung des Stiels beruht somit fast ausschliesslich auf Ausdehnung der Merenchymzellen. Mit Vollendung ihres Wachsthums haben diese Zellen rundliche oder elliptische Gestalt, die einen mehr kugelig, andere mehr länglich. ihre Länge mag durchschnittlich in dem unteren Theile des Stiels $^1/_{45}$ Mm. ihre Breite $^1/_{60}$ Mm. betragen, grössere und kleinere sind jedoch sehr häufig. In der nicht in Kammern getheilten Spitze sind die Zellen erheblich kleiner. Sie sind auf dünnen Durchschnitten fast völlig wasserhell, die Membran glatt, homogen, ungeschichtet und ziemlich zart, die rothe Färbung scheint allein dem Inhalte anzugehören, doch fehlen mir hierüber entscheidende Untersuchungen. Zwischen den Merenchymzellen finden sich enge, immer lufthaltige Intercellulargänge. Die Kammern und Furchen des Stiels bleiben während des dritten Stadiums immer von Gallertfilz erfüllt; in welcher Weise dieser dem Wachsthum des Merenchyms folgt habe ich nicht untersucht. Wand und axiler Gallertstrang nehmen an dem beschriebenen Wachsthum ziemlich gleichen Antheil; der Querdurchmesser des letzteren bleibt der Dicke jener fortwährend nahezu gleich. Nur in der Stielspitze ist die Wand bedeutend dünner als unten, ihre Dicke nimmt nach oben stetig ab und beträgt an dem Scheitel kaum den vierten Theil von der der unteren Stielportion.

Durch die Vergrösserung des Stiels werden die ihn zunächst umgebenden Theile beträchtlich verändert. Während des kurz dauernden Zustandes, in welchem der Stiel Keulenform hat, folgt das Basalstück dem Dickenwachsthum derart, dass es bei betracht-

licher Vergrösserung der Oberfläche seine ursprüngliche Dicke beibehält. Gleba und Kegel werden dagegen nicht dicker; zwischen dem unteren Rande jener und dem Basalstücke entsteht daher eine tiefe ringförmige Furche (Fig. 9). Bald tritt aber in dem Wachsthum des Basalstückes Stillstand ein; je mehr sich der Stiel ausdehnt, desto flacher wird die Ringfurche; hat der Stiel regelmässige Spindelform, so ist sie fast ganz verschwunden und das Basalstück ist zu einer dünnen weissen Haut ausgedehnt und zusammengedrückt, deren Dicke kaum $^1/_4$ der ursprünglichen beträgt. Gleba und Kegel werden durch den wachsenden Stiel von Anfang des in Rede stehenden Entwickelungsstadiums an nur mechanisch gedehnt und zusammengedrückt. Letzterer nimmt bald die Beschaffenheit einer dünnen, zwischen Stiel und Gleba liegenden weissen Haut an, die Gleba erhält die Form eines immer höher und weiter, aber auch immer dünnwandiger werdenden oben und unten offenen Hohlkegels; während sie zur Zeit der Sporenbildung 6 — 7 Mm. hoch und etwa 3 Mm. dick war, hat sie zuletzt eine Höhe von etwa 15, eine Dicke von etwa $^1/_2$ bis 1 Mm. Das obere Ende der Stielspitze drängt sich dabei mehr und mehr zwischen den oberen Rand der Gleba, so dass es zuletzt 1—2 Mm. über ihn hinausragt. Die innere Peridienwand endlich folgt dieser Dehnung derart, dass sie als dünne weisse Haut ihre ursprüngliche Lage und Verbindung mit den benachbarten Theilen beibehält (Fig. 9, 10, 11). Eine wesentliche Structurveränderung konnte ich in allen den letzterwähnten Theilen während ihrer Dehnung nicht wahrnehmen.

Der ganze Fruchtkörper, in welchem die beschriebenen Entwickelungsprocesse vor sich gehen, ist zu Anfang des zweiten Stadiums erbsengross oder wenig grösser, rund, oft genau kugelig. Von dem zweiten Stadium an streckt er sich in die Länge, bis zu schmal ovaler Gestalt, und erreicht bis zum Ende des dritten Stadiums eine Dicke von etwa 2 Cm., eine Länge von etwa 5 Cm., wobei natürlich vielerlei individuelle Verschiedenheiten vorkommen. Wahrend dieser Vergrösserung behält die Aussenwand nahezu unveränderte Dicke und Structur; die Fäden ihres Geflechtes werden nur wenig dicker. Die Gallertschicht wächst gleichzeitig auf das Doppelte bis Vierfache der Dicke, welche ihr am Anfang des zweiten Stadiums zukommt. Sie behält dabei ihre ursprüngliche Structur, die von Gallerte erfüllten Lücken ihres Geflechtes bleiben so breit oder werden selbst enger wie zu Anfang; ihre einzelne Fäden werden etwas dicker und hie und da varicös aufgetrieben, ihr Protoplasmainhalt unregelmässig grobkörnig. Hiernach müssen die peripherischen Theile des Pilzes bis zum Ende des dritten Stadiums der Vergrösserung von Stiel und Gleba durch ein lebhaftes actives Wachsthum mittelst Neubildung von Gewebselementen folgen. (Vergl. Fig. 4—11).

Alle Neubildung und alle Ausdehnung der vorhandenen Zellen, also alles eigentliche Wachsthum hört aber auf, bevor das vierte Entwickelungsstadium anfängt. Die Streckung des Stiels, durch welche dieses Stadium bezeichnet wird, geschieht dadurch, dass die gefallteten Wände der Kammern, aus denen die Wand der unteren Stielportion besteht, geglättet und dadurch ausgedehnt, zumal die am meisten gefalteten verticalen Wände aufgerichtet werden (Fig. 13, 17, 18). Jede Kammer nimmt hierdurch an Höhe bedeutend zu, an Tiefe etwas ab; ihre Gestalt wird unregelmässig polyedrisch, isodiametrisch oder etwas in die Länge gestreckt; die Furchen auf der Aussen- und Innenfläche der Stielwand werden zu flachen weiten Grübchen ausgeglättet. Durch diese Veränderungen wird die Stielwand dünner, während gleichzeitig der Querdurchmesser des ganzen Stieles zunimmt; der axile Raum muss also beträchtlich weiter werden. Die Längenstreckung der unteren Stielportion erreicht zuletzt ungefähr das Dreifache von der Höhe, welche sie am Ende des dritten Stadiums hat, was zugleich die durchschnittliche Höhenzunahme der einzelnen Kammern angibt. Die absolute Höhe des ganzen Stiels, bis zu dem über die Gleba vorragenden Scheitel beträgt nach vollendeter Streckung meist 10—14 Cm. (s. Fig. 12, 13). Kein anderer Theil des Pilzes als die in Kammern abgetheilte untere Stielportion nimmt an der Streckung activen Antheil. Die von der Gleba überzogene Spitze bleibt unverändert. Sie wird durch die Verlängerung ihres Trägers in den Scheitel der Gallertschicht und Aussenwand eingebohrt bis letzterer in unregelmässige Lappen zerreisst und die Gleba in's Freie treten lässt. Gleichzeitig reisst das Basalstück dicht unter der Gleba von der innern Peridienwand ringsum ab; es bleibt, während jene emporgehoben wird, an der Basis des Stiels als eine kurze verkehrtkegelförmige Scheide stehen. Die innere Peridienwand tritt mit der Gleba in's Freie. Anfangs ist sie noch als eine zarte, Gleba und Stielspitze wie zuvor umschliessende Haut erkennbar, bald wird sie jedoch durch Verschwinden des Luftgehalts unkenntlich. Das Gleiche gilt von dem Kegel. Auf dem völlig gestreckten Stiele scheint daher die Gleba nackt der rothen Stielspitze unmittelbar aufzusitzen, überragt von dem gleichfalls rothen convexen und glatten Scheitel des Stieles.

Die Merenchymzellen des Stieles nehmen während der Streckung weder an Zahl noch an Grösse zu, vielmehr erfolgt die Ausdehnung der Kammern nur durch Glättung und Aufrichtung ihrer Wände. Sobald eine Kammer anfängt sich zu dehnen, enthält sie Luft, der Gallertfilz, welcher sie früher ausfüllte, wird zerrissen, seine Fragmente haften anfangs noch deutlich der Wand an, um zu vertrocknen und unkenntlich zu werden, sobald die Kammer ihre volle Ausdehnung erreicht hat. Dieser Vorgang findet in den

obersten Kammern lange vor der Zerreissung der Peridie statt, also während der Stiel noch von einer dicken luftfreien Gewebmasse rings umgeben wird. Die engen Intercellularräume des Merenchyms bleiben dabei nach wie vor lufthaltig. Die Luft kann hiernach nicht von aussen in die Kammern eintreten, sondern muss von einer im Innern derselben stattfindenden Gasausscheidung herrühren. Dies erklärt den Mechanismus der Ausdehnung der Kammern: sie werden durch in ihrem Innern ausgeschiedene Luft gleichsam aufgeblasen. In derselben Weise wie in den Kammern verschwindet auch in dem axilen Raume das Gallertgewebe, um durch Luft ersetzt zu werden. Die Zusammensetzung der ausgeschiedenen Luft konnte ich noch nicht ermitteln, nur das Eine glaube ich bestimmt angeben zu können, dass es keine Kohlensäure ist. — In der Luftansammlung liegt ohne Zweifel auch der Grund, warum der sich streckende Theil des Stiels ganz blass röthliche Farbe annimmt; die Spitze behält ihr intensiv fleischrothes Colorit unverändert bei.

Die Ausdehnung beginnt in den obersten Kammern und schreitet langsam nach unten zu fort. Bei einigen im Zimmer beobachteten Exemplaren dauerte es von dem ersten Hervortreten der Spitze aus der Peridie bis zur vollendeten Streckung des ganzen Stieles ungefähr 36 Stunden. Ist die Ausdehnung bis zum untersten Ende des Stieles fortgeschritten, so muss dieser überall von den Theilen, welchen er früher angewachsen war, losgelöst sein, er fällt daher leicht aus der Peridie heraus. Mit vollendeter Streckung des Stiels ist der Entwickelungsprocess des Fruchtkörpers fertig. Die Gleba zerfliesst und tropft von ihrem Träger ab, letzterer geht sammt der Peridie bald in Zersetzung über.

Das Mycelium von Phallus impudicus besitzt die nämliche Form und Verzweigung wie bei Phallus caninus, was besonders durch Rossmann's Beschreibung und Abbildung (Bot. Zeit. 1853, p. 185 Taf. IV) bekannt ist. Seine Stränge werden viel grösser und dicker als die des Ph. caninus. An den stärkeren derselben unterscheidet man auf Durchschnitten einen dicken cylindrischen, wässerig-bräunlichen Mitteltheil, den ich Mark nennen will, und eine das Mark umschliessende dünne weisse Rindenschicht. Das Mark besteht aus zahlreichen longitudinal verlaufenden Hyphen, von denen die einen weit und dünnwandig, andere dünn und mit stark verdickter Membran versehen sind. Beiderlei Formen stehen anscheinend ordnungslos durcheinander, alle sind ziemlich dicht zusammengedrängt, die engen Lücken zwischen ihnen vollkommen

ausgefüllt von einer zähen homogenen Gallerte, welche in Wasser weich wird, ohne jedoch zu zerfliessen, in Alkohol stark schrumpft. Das ganze Gewebe ist durchaus luftfrei. Die Rinde besteht aus mehreren Lagen von Hyphen und zwar finden sich von letzteren die nämlichen beiden Formen wie in dem Marke in den inneren Rindenlagen, während die äusseren nur aus weiten und dünnwandigen bestehen. Die Hyphen der Rinde verlaufen aber nicht longitudinal, sondern quer um den Myceliumstrang, oder richtiger, sie sind in sehr engen Windungen spiralig um den Markcylinder gewickelt, etwa wie der Metalldraht einer umsponnenen Claviersaite. Sie entspringen als Zweige von den Markhyphen, laufen von diesen aus erst eine kurze Strecke weit schräg nach aussen, um sich dann in der beschriebenen Weise aufzuwickeln. Von den äussersten Rindenhyphen entspringen zerstreute kurze Zweige, welche als feine Haare von der Oberfläche abstehen. Letztere sammt den Haaren, ist dicht incrustirt von stabförmigen Krystallen oxalsauren Kalks. Zellen, welche dieses Salz in ihrem Innern enthalten, sah ich an dem Mycelium nicht.

Die ganz jungen Entwickelungszustände der Fruchtkörper von Ph. impudicus habe ich nicht beobachtet. Nach der Darstellung Rossmann's (l. c.) findet hier ohne Zweifel die erste Anlegung der Aussenhaut, Gallertschicht und Mittelsäule auf wesentlich die nämliche Weise wie bei Ph. caninus statt. Wie die Gleba anfangs gestaltet und gestellt ist, darüber geben Rossmann's Darstellungen keinen klaren Aufschluss, offenbar weil seine Exemplare unregelmässige Formen hatten und seine Längsschnitte daher theils durch die (organische) Mittellinie, theils neben derselben vorbei gingen. Nach der Structur des jüngsten von mir beobachteten Exemplares (Fig. 19) zu urtheilen, ist auch die Anlage und ursprüngliche Form der Gleba und des Stieles hier vollkommen denen von Ph. caninus ähnlich, abgesehen natürlich von einzelnen, die Species unterscheidenden Differenzen; und diese Ansicht steht mit den Darstellungen Rossmann's nicht im Widerspruch.

Besagtes Exemplar (Fig. 19), welches ich erst, nachdem es längere Zeit hindurch in Alkohol gelegen, untersucht habe, ist rundlich, etwa 2,5 Cm. gross. Es befindet sich auf einer Entwickelungsstufe, welche dem Ende des zweiten oder dem Beginne des dritten Stadiums von Ph. caninus (vergl. Fig. 8) entspricht. Aussenwand, Gallertschicht und Innenwand der Peridie sind wie bei diesem angeordnet. Das Basalstück, welches bei Ph. impudicus immer sehr kurz und dick ist, geht wie bei Phallus caninus in die Aussen- und Innenwand über und setzt sich nach oben in einen breit-conischen „Kegel“ fort, dessen Spitze mit dem Scheitel der Innenwand zusammenstösst. Zwischen

Innenwand und Kegel liegt die Gleba, welche die Gestalt eines an beiden Enden offenen Hohlkegels mit dicker, auf dem senkrechten radialen Durchschnitt halbmondförmiger, oben und unten stumpf abgerundeter Wand besitzt. Die Gleba hat die nämliche Structur, wie bei Ph. caninus, nur dass sie für das blosse Auge eine grobe radiale Streifung zeigt, indem ihre Tramaplatten vorzugsweise von dem Kegel aus strahlig zur Peridienwand verlaufen. In den Kammern finden sich schon zahlreiche, grösstentheils noch den Basidien aufsitzende Sporen. Die Farbe der Gleba ist blass grünlich-braun. Der Kegel zeigt schon in diesem Stadium eine (bei Ph. caninus fehlende) Spaltung in einen weitaus grösseren inneren Theil und eine dünne hautartige peripherische Schicht. Letztere ist auf ihrer Aussenfläche mit den leistenartigen, netzförmig verbundenen und in die Gleba einspringenden Vorragungen versehen, welche für den reifen Phallus bekannt sind, von ihr entspringen die Tramaplatten der Gleba. Sie hat die Form eines dünnen kegelförmigen Hutes und mit letzterem Namen moge sie auch hier bezeichnet werden. Der untere Rand des Hutes biegt sich, der Gleba folgend, nach aussen, um an der Grenze ihrer Aussenfläche zu endigen.

In der Längsachse des Kegels liegt die Anlage des Stiels, ein schmal cylindrischer Körper, mit seinem zugespitzten unteren Ende kaum tiefer als der untere Rand der Gleba hinabreichend, mit seinem nicht verschmälerten oberen Ende an den Scheitel der inneren Peridienwand anstossend. Der Stiel lässt schon deutlich unterscheiden einen breiten axilen Gallertstrang und die aus sehr kleinzelligem Gewebe bestehende Wand. Letztere ist am oberen Ende offen, ihr oberer Rand kurz-trichterformig erweitert und dann nach aussen umgebogen, um sich unmittelbar in die Substanz des Hutes fortzusetzen. Der axile Gallertstrang reicht somit bis zur inneren Peridienwand.

Ein anderes, in Figur 20 im senkrechten radialen Durchschnitt dargestelltes Exemplar stellt einen etwas älteren Entwickelungszustand dar als das erstbeschriebene. Alle Theile zeigen genau die gleiche Anordnung wie bei diesem, sie sind aber allesammt bedeutend gewachsen. Die Gleba hat, ohne ihre Form wesentlich zu verändern, an Umfang, Höhe und Dicke beträchtlich zugenommen; ihre Farbe ist schwarzgrün, in den Kammern finden sich viele, theils freie, theils noch auf den Basidien sitzende Sporen (ob noch junge Basidien, konnte ich nicht entscheiden, weil auch dieses Exemplar erst untersucht wurde, nachdem es längere Zeit in Alkohol gelegen hatte). Der Stiel ist im gleichen Verhältniss wie die übrigen Theile gewachsen, er hat schmale Spindelform angenommen, seine Wand ist beträchtlich dicker geworden und zeigt jezt schon sehr deutlich die Sonderung in Merenchymplatten, welche von Gallertfilz erfüllte Kammern

bilden. Die Wände der letzteren sind fast gerade, ihre Windung und Faltung scheint demnach erst später einzutreten; die Zellen des Merenchyms noch ungemein klein. Die weisse Substanz des Kegels scheint mit Vergrösserung ihrer Höhe und ihres Umfangs an Dicke abzunehmen.

Alle noch älteren Exemplare, welche ich untersucht habe (Fig. 21), hatten eiförmige Gestalt und waren nahezu oder völlig verwachsen. Der Stiel ist in ihnen vorwiegend entwickelt. Er hat eine breit-spindelförmige Gestalt, sein unteres Ende ist tief in das Basalstück eingebohrt, seine Länge beträgt etwa das Doppelte von der des letztbeschriebenen Entwickelungszustandes, in die Dicke ist er aber in seinem mittleren Theile um wenigstens das Vierfache gewachsen, sein Querdurchmesser beträgt etwa $^{2}/_{3}$ von dem des ganzen durch die innere Peridienwand eingeschlossenen Körpers. Axiler Strang und Wand haben in gleicher Höhe nahezu die gleiche Dicke. In letzterer erkennt man schon mit blossem Auge die von oben nach unten stark zusammengedrückten und mit wellig gefalteten Wänden versehenen Kammern, und zwar bilden diese nicht eine einfache, sondern zwei bis drei unregelmassige Lagen, was übrigens schon in dem in Figur 20 dargestellten Zustande der Fall ist. Nur ein kurzes oberstes Stück der Stielwand ist nicht in Kammern getheilt, sondern eine solide, dünne, mit engen welligen Querfalten versehene Platte. Die feinere Structur des Stiels ist der von Ph. caninus ganz ähnlich, nur sind die Wände der Kammern aus zahlreichen (6 — 8 — 10) Lagen von Merenchymzellen gebildet, diese durchschnittlich kleiner als bei Ph. caninus und ganz farblos. Der obere nicht gekammerte Theil der Stielwand besteht bis zu seinem obersten nach aussen gekrämpten Rande aus dem nämlichen, kaum kleinzelligeren Merenchym wie die Kammerwände, an welches sich dann das feste faserige Gewebe des Hutes ansetzt. Mit dem Wachsthum des Stieles haben alle umgebenden Theile an Höhe und Umfang bedeutend zugenommen. Innenwand und Hut sind dabei, während ihre Oberfläche etwa ums Doppelte gewachsen ist, eher dicker als dünner geworden wie vorher. Auch die Gleba nimmt, während sich ihr Umfang mehr als verdoppelt, kaum um $^{1}/_{4}$ an Dicke ab. Alle diese Theile müssen daher der Vergrösserung des Stieles durch actives Wachsthum folgen. Für die Gleba ist es unzweifelhaft, dass dieses durch beträchtliche Ausdehnung der Hyphen, aus welchen die Tramaplatten bestehen, geschieht. Diese Hyphen sind bei erwachsenen Exemplaren mehr als doppelt so dick wie bei den in Figur 19 und 20 dargestellten und mit sehr dicker, gallertartiger, in Wasser stark quellender Membran versehen. Ob das Wachsthum des Hutes und der Innenwand auch nur auf einer Vergrösserung früher gebildeter Gewebselemente beruht, muss ich unent-

schieden lassen. Aussenwand und Gallertschicht folgen dem Wachsthum wie bei Phallus caninus. Der einzige Theil, welcher mit der Vergrösserung des Stiels stetig an Umfang zu- und an Dicke abnimmt, also nur mechanisch gedehnt zu werden scheint, ist die zwischen Stiel und Hut gelegene Portion des Kegels. Sie erhält zuletzt die Gestalt einer dünnen weichen Haut, welche von den Autoren der Schleier (velum) des Stiels genannt worden ist.

Zuletzt hebt bekanntlich auch bei Ph. impudicus eine rasche Streckung des Stiels die Gleba aus der Peridie hervor. Aussenwand und Gallertschicht werden dabei wie bei Ph. caninus durchrissen. Die Innenwand reisst gleichfalls an ihrem Scheitel weit auf, sie bleibt mit der Gallertschicht in fester Verbindung, die Gleba löst sich überall von ihr ab und wird aus ihr hervorgehoben. Der Kegel reisst in seinem untersten Theile quer durch; die mit dem Basalstücke zusammenhängende Portion bleibt mit letzterem als eine die Stielbasis umgebende napfförmige Scheide stehen; der obere Theil zerreisst in unregelmässige Fetzen, welche theils zwischen Hut und Stiel, theils auf der freien Aussenfläche des letzteren hängen bleiben (Velum). Während der Streckung nimmt der ganze Stiel nur wenig, der axile Raum dagegen bedeutend an Breite zu. Der Mechanismus der Streckung ist der gleiche wie bei Ph. caninus, die Kammern werden durch Luftausscheidung aufgeblasen, ihre Wände aufgerichtet und geglättet. Jede Vergrösserung der einzelnen Zellen hört vor der Streckung auf. Recht anschaulich wird dieses bei Betrachtung des oberen, nicht gekammerten Theiles der Stielwand; er nimmt an der Streckung keinen Antheil, sondern behält die ursprüngliche wellige Faltung immer bei. Die Streckung des Stieles geht bei Ph. impudicus rascher vor sich als bei Ph. caninus. Ob sie schon in ½ bis 2 Stunden vollendet ist, wie Corda angibt, lasse ich dahingestellt. Alle Exemplare, welche ich kurz nach Beginn der Streckung aufgeschnitten habe, zeigten sämmtliche Kammern der Stielwand gleichmässig, wenn auch erst unvollkommen aufgeblasen, eine basipetale Entfaltung konnte ich nicht finden. Das Aussehen und das weitere Schicksal des reifen gestreckten Pilzes ist zu allgemein bekannt, um hier noch beschrieben werden zu sollen. Vortreffliche Darstellungen davon, sowie von den der Streckung unmittelbar vorhergehenden Zuständen finden sich bei Corda (Icon. V, p. 71—73, Taf. VII) und bei Krombholz.

Was die feinere Structur der Organe von Ph. impudicus betrifft, so ist dieselbe der von Ph. caninus durchaus ähnlich, eine ausführliche Beschreibung von jedem einzelnen Organe daher überflüssig. Im Allgemeinen sind die Organe von Ph. impu-

dicus, zumal die verschiedenen Häute, dicker, derber und fester, als bei der anderen Art; die äussere Peridienhaut ist auf ihrer Oberfläche und in den Interstitien ihres derben Hyphengeflechtes mit reichlichen Ablagerungen von oxalsaurem Kalk versehen.

Das Organ, welches dem Ph. impudicus eigen ist und der anderen Art fehlt, nämlich der Hut, zeigt in seinem Bau wenig bemerkenswerthe Eigenthümlichkeiten. Er stellt eine derbe zähe Haut dar, gebildet aus einem vielschichtigen Geflechte dicht verfilzter ziemlich derbwandiger cylindrischer Hyphen.

Corda beschreibt noch ein anderes besonderes Organ des Ph. impudicus, nämlich den „inneren Strunkschleier“ eine mehr oder minder zerfetzte Haut, welche den axilen Hohlraum des gestreckten Stieles auskleidet. Diese Haut besteht einfach in den der Wand anhaftenden Resten des axilen Gallertstranges, welche bei Ph. impudicus derber und dauerhafter sind als bei Ph. caninus. Zumal in der Spitze des Stieles bleibt das Gallertgewebe auch nach der Streckung längere Zeit hindurch erhalten, es enthält hier vereinzelte sehr dicke und derbe Hyphen, welche es nach allen Richtungen hin durchziehen und zwischen den weicheren Elementen gleichsam ein festes Gerüste bilden. Die Oeffnung in der Spitze der Stielwand bleibt daher wie durch einen Pfropf, oder, von aussen betrachtet, wie durch ein Epiphragma geschlossen, nur bei ganz alten Exemplaren ist sie zuweilen offen.

Die Entwickelung der Sporen von Ph. impudicus ist von Lespiault (1845, l. c.), Tulasne (fung. hyp. Tab. XXI fig. X. 1851), Bonorden (Bot. Zeitg. 1851) dargestellt worden, und 1859 nochmals von Bail (Verhandl. Zool. Bot. Ges. Wien. 1859, Tab. I). Sie findet in der gleichen Weise statt wie bei der anderen Art und zwar fand ich die Sporen wie sie Tulasne abbildet ungestielt auf den Basidien sitzend, nicht von langen Stielen, welche Bonorden und Bail darstellen, getragen.

Die reifen Sporen von beiden Arten haben die Form cylindrischer, an beiden Enden abgerundeter Stäbchen; die von Ph. caninus sind $^1/_{300}$ bis $^1/_{250}$ Mm. lang und höchstens halb so breit; die von Ph. impudicus sind meist ein wenig kleiner, im Uebrigen jenen, soweit die Beobachtung reicht, ganz gleich. Die Membran der Sporen erscheint als einfache, ziemlich dunkele Linie; sie umschliesst einen homogen-trüben, oft von einzelnen kleinen Vacuolen unterbrochenen Inhalt. Aussen um die Membran geht bei Sporen, welche in Wasser liegen, ein ziemlich breiter, blasser, nicht scharf umschrie-

bener Hof, welcher, wie es scheint, das Vorhandensein einer gallertigen Aussenhaut oder Hülle um die Sporen anzeigt. Einzeln betrachtet erscheinen die Sporen blassgelblich, fast farblos, in einer dünnen Schicht schmutzig-gelbbraun bis gelbgrün; hiernach und nach den mitgetheilten entwickelungsgeschichtlichen Daten dürfte die dunkele Farbe der reifen Gleba allein von den in ungeheurer Menge angehäuften Sporen herrühren.

Bringt man von der Gleba eines reifen Pilzes eine kleine Portion in reines Wasser, so zeigen die Sporen unter dem Mikroskop eine schwach hin und her oscillirende oder wackelnde Bewegung, welche unabhängig ist von den stärkeren Strömungen, die in dem Wasser durch Erschütterungen u. s. w. hervorgerufen werden. Lässt man eine relativ grosse Wassermenge mehrere Stunden lang einwirken, so werden die Oscillationen allmählig schwächer, hören jedoch selten ganz auf. Diese Erscheinungen treten in ganz der gleichen Weise ein, sowohl an ganz frischen Sporen, als an solchen, welche Jahre lang trocken oder in Weingeist aufbewahrt oder durch Jod, durch Kochen in Wasser getödtet sind, sie sind also nicht als Eigenthümlichkeiten der lebenden Spore, sondern als rein physikalische Erscheinungen zu betrachten. Bringt man zu den in Wasser oscillirenden Sporen Alkohol, so hört die Bewegung sofort auf, um wieder zu beginnen, sobald der Alkohol durch Wasser ersetzt wird; man kann dies viele Male mit gleichem Erfolg wiederholen. Wie oben erwähnt wurde, sind die Sporen einer in Wasser zerfliessenden, aus den Membranen der Gleba entstandenen Gallerte eingebettet, die sich mit der Reife vielleicht auch theilweise in gummiartige, in Wasser wirklich lösliche Stoffe umsetzt. Man kann sich sowohl an dem unversehrten Pilz als an mikroskopischen Präparaten jeder Art leicht überzeugen, dass die Gallerte durch Alkohol sofort erhärtet, in Wasser wiederum sofort bis zum Unkenntlichwerden zerfliesst. Aus dieser Reihe von Erscheinungen folgt, wie mir scheint, dass die Oscillationen der Sporen in den Bewegungen ihren Grund haben muss, welche bei der Quellung oder theilweisen Auflösung der Gallerte in dem Wasser entstehen und so kleinen Körperchen wie die Sporen sind, mitgetheilt werden.

Die Oscillationen der Phallussporen sind denen durchaus gleich, welche bei den sogenannten Spermatien der Pyrenomyceten, Uredineen u. s. w. allgemein beobachtet werden. Letztere sind gleich den Phallussporen einer meist leicht nachweisbaren Gallerte oder gummiartigen Substanz eingebettet, welche in Wasser zerfliesst, in Alkohol erhärtet; ihre Grösse ist der der Phallussporen nahezu gleich oder geringer. Die Oscillationen dieser Körper dürften hiernach auch den gleichen Grund haben wie die der Phallussporen. Ich habe das Verhalten der frischen und getödteten Spermatien von

Cytispora incarnata Fr. und von Acrostalagmus[31]) in Alkohol, Wasser u. s. w. in derselben Weise untersucht wie das der Phallussporen und dem letzteren ganz gleich gefunden.

Noch eine Aehnlichkeit der Phallussporen mit manchen Spermatien mag hervorgehoben werden. Bekanntlich stinkt Ph. impudicus zur Zeit seiner vollen Reife stark und eigenthümlich. Die eben aus der Peridie hervorbrechende Gleba hat dagegen, wie auch Tulasne bemerkt (Fung. Carpolog. I, 40) einen besonderen, nicht unangenehmen Geruch, der sich nicht beschreiben lässt, aber wie mir vorkommt entschieden an den der Uredineenspermagonien erinnert. Diesen Geruch finde ich wieder beim Anfeuchten einer Gleba, welche fast zwei Jahre trocken dagelegen hatte, während der widerliche Gestank beim Trocknen zu verschwinden scheint.

Endlich besteht eine weitere Aehnlichkeit zwischen den meisten sogenannten Spermatien und den Phallussporen leider darin, dass es bis jetzt nicht gelungen ist, ihre Keimung zu beobachten. Alle Versuche, welche ich hierzu gemacht habe, sind erfolglos geblieben und Anderen ist es nicht besser gegangen. Denn die angebliche Keimungsgeschichte des Ph. impudicus, welche Oschatz (Nov. Act. Nat. Cur. XIX, II) gegeben hat, besteht, wie sachkundige Kritiker längst anerkannt haben (Tulasne, fung. carpol. I, p. 91; Hoffmann, Index fung.) aus einer ununterbrochenen Reihe von Verwechslungen und Irrthümern.

IV. *Syzygites megalocarpus.*

(Tafel XXX und XXXI.)

Im Jahre 1829 hat Ehrenberg[32]) unter dem in der Ueberschrift genannten Namen einen Schimmelpilz beschrieben, welcher sich von allen anderen dadurch auszeichnet, dass seine grossen Früchte aus einer paarweisen Vereinigung keulenförmiger

---

[31]) Vergl. Hoffmann, Bot. Zeitg. 1854, Nro. 15 u. 16. Die Form, welche ich untersucht habe, Ac. cinnabarinus stimmt mit der Hoffmann'schen vollkommen überein, nur habe ich ihre Sporen, welche von Hoffmann gewiss mit Recht den Spermatien anderer Pilze verglichen werden, in grosser Menge keimen sehen und aus denselben mehrere einander gleiche Generationen von Acrostalagmuspflänzchen erzogen.

[32]) Syzygites, eine neue Schimmelgattung. Verhandl. Ges. Naturf. Freunde zu Berlin. I (1829) p. 98, Taf. II und III.

Fruchtzweige entstehen. Ehrenberg's vortreffliche Darstellung lenkte die allgemeine Aufmerksamkeit auf den sonderbaren Pilz, er wurde allgemein bekannt und vielfach besprochen, aber meistens nur auf Grund der Beobachtungen seines Entdeckers. Von späteren Originalarbeiten fügte die mit schönen Abbildungen versehene Darstellung, welche wir Corda[33]) verdanken, den Angaben Ehrenberg's nur einige wenig bedeutende Einzelheiten hinzu; und die noch späteren Beobachtungen Bonorden's[34]) brachten nicht nur nichts Neues, sondern stehen hinter denen seiner Vorgänger entschieden zurück. Erst Tulasne brachte in einer kurzen Mittheilung[35]) wesentliche Erweiterungen und Berichtigungen von Ehrenberg's und Corda's Angaben, theils in Beziehung auf die Form selbst, welche Syzygites genannt worden war, theils indem er zuerst aussprach, dass die unter dem Namen Sporodinia grandis Lk. bekannte Pilzform mit Syzygites dem Entwickelungskreise einer und derselben Species angehört. Ich habe in einer ebenfalls kurzen Mittheilung[36]) Tulasne's Ansicht zu bestätigen gesucht, und zwar auf Grund von Untersuchungen, welche von den allerdings früher vollendeten Tulasne'schen in keiner Weise beeinflusst waren. Da seither über den in Rede stehenden Gegenstand nichts bekannt geworden ist, da Syzygites aber jedenfalls zu den interessantesten Pilzen und besonders zu denjenigen gehört, welche am meisten zur Demonstration des Dimorphismus der Pilzfrüchte geeignet sind, da endlich Bonorden[37]) in diesen Tagen einen wunderlichen Feldzug gegen die Lehre vom Dimorphismus und Pleomorphismus der Pilze eröffnet hat; so mag es wohl erlaubt sein, meine erwähnten Untersuchungen hier etwas ausführlicher mitzutheilen, sei es auch nur um die Darstellungen, die wir von anderer Seite wohl erwarten dürfen, zu bestätigen oder zu ergänzen.

Syzygites megalocarpus findet sich in Wäldern auf faulenden fleischigen Schwämmen, und zwar, wie schon durch Ehrenberg und Corda bekannt ist, auf sehr verschiedenen Arten derselben. Sein Mycelium ist in dem Gewebe der Schwämme

---

33) Corda, Prachtflora Europ. Schimmelbildungen. (1839) p. 49, Tab. 23.

34) Bonorden, Allgem. Mycologie p. 127. (1851.)

35) Tulasne, Comptes rendus. Tom. 41 (1855), p. 617. Auch Fung. Carpol. I, p. 64, 78.

36) de Bary, Untersuchungen über d. Conjugaten p. 65. (1858).

37) Abhandlungen aus dem Gebiete der Mycologie. Halle 1864. Ich erwähne diese Arbeit hier, weil sie mich wirklich veranlasst hat, die Beobachtungen über Syzygites jetzt zu veröffentlichen, als eine Art Erwiderung auf die Polemik ihres Autors gegen die Lehre von der Pleomorphie der Pilze. Näher auf die Polemik einzugehen, wäre verlorene Mühe.

weit verbreitet und besteht aus derben, reich verzweigten geschlängelten und oft abwechselnd eingeschnürten und varicösen Schläuchen, welche stellenweise mit zahlreichen Querwänden versehen, oft aber auch auf lange Strecken ganz querwandlos sind. Die Schläuche enthalten dicht körniges, von vielen Vacuolen durchsetztes Protoplasma und besitzen eine farblose, mässig dicke ungeschichtete Membran. Mit wässeriger Jodlösung behandelt wird letztere sofort schön rothviolett gefärbt; setzt man Schwefelsäure zu, so verschwindet diese Farbe augenblicklich, die Membran quillt rasch auf die doppelte Dicke auf und bleibt farblos, mit dem matten bläulichen Glanze, welcher in Wasser liegenden gelatinösen Zellmenbranen eigen ist. Chlorzinkjodlösung ruft eine ähnliche, doch mehr ins Braunrothe stechende Färbung hervor, wie Jod allein

Zahlreiche Zweige der Myceliumschläuche laufen gegen die Oberfläche des von Syzygites bewohnten Schwammes, schwellen dicht unter dieser an und treten dann über dieselbe hervor, um zu den fruchttragenden Aesten oder Fruchtträgern heranzuwachsen, welche auf der Oberfläche des Schwammes meistens dichte Rasen bilden.

Der Fruchtträger ist anfangs ein gerade aufrechter einfacher stumpf cylindrischer Schlauch (Fig. 5 *b*). Hat er eine Höhe von etwa 2 Mm. erreicht, so gabelt er sich an seiner Spitze in meistens drei, seltener zwei gleichstarke Hauptäste, die sich ihrerseits alsbald wiederum fünf- bis mehrmals gabelig verzweigen, und zwar in den von mir beobachteten Fällen immer dichotom, nach Corda auch dreigabelig. Mit jedem höheren Grade der Verzweigung nimmt die Dicke der Zweige ab; die des letzten wachsen zu langen dünnen Haaren aus. Alle sind abstehend-aufrecht, manche dabei oft paarweise zangenförmig gegeneinander gekrümmt; doch fand ich diese Krümmung durchaus nicht immer, und nie so beträchtlich wie sie Corda abbildet (s. Fig. 6). Bis gegen die Zeit der Reife hin ist der Fruchtträger ein verästelter durchaus querwandloser Schlauch, welcher mit farbloser Membran und farblosem dicht körnigem Protoplasmainhalt versehen, daher in reflectirtem Lichte weiss ist. Seine Wand zeigt in der Jugend das gleiche Verhalten gegen Jod wie die des Myceliums, nur die oberen Gabelzweige sah ich nie violett werden.

An den Gabelzweigen, zweiten bis fünften, manchmal auch höheren Grades entstehen die Anlagen der Fructificationsorgane, welche in den zunächst zu betrachtenden typischen Fällen folgende Entwickelung zeigen. Zwei benachbarte Gabelzweige, welche entweder gleichen oder verschiedenen Grades sein und dem nämlichen oder verschiedenen Hauptästen angehören können, treiben auf gleicher Höhe je eine seitliche stumpfe dicke Ausstülpung. Beide Ausstülpungen wachsen in horizontaler Richtung gegen

einander und treten sehr bald, d. h. bevor ihre Länge mehr als das Zwei- bis Dreifache der Dicke der Tragzweige beträgt, mit ihren Enden in innige Berührung. Jede nimmt dabei eine verkehrt-kegel- oder kurz-keulenförmige, leicht gekrümmte Gestalt an, nach welcher sie Fruchtkeulen genannt werden können; beide bilden, von dem Momente ihrer Berührung an, mit einander einen spindelförmigen, leicht nach oben gekrümmten Körper, welcher quer zwischen die beiden Tragzweige gestellt ist (Fig. 6).

Die Structur der Fruchtkeulen ist zunächst der der Zweige, von welchen sie getragen werden, im Wesentlichen gleich. Ihr Lumen steht mit dem der letzteren in offener Communication, an der Berührungsfläche ist eine jede durch ihre Membran geschlossen, beide also durch eine aus zwei Lamellen bestehende Scheidewand von einander getrennt. Diese ist eben, die Kanten, in welchen sie mit den Seitenwänden zusammenstösst, jedoch abgerundet, daher verläuft rings um den Rand der Scheidewand eine mehr oder minder tiefe Einschnürung. Letztere fand ich in jugendlichen Zuständen immer von einer dünnen Membran, wie von einer Scheide überzogen, welche straff ausgespannt und meist ohne sich in die Einschnürung einzufalten von der Seitenwand einer Fruchtkeule zur andern verläuft, gerade wie die Scheiden vieler Confervenfäden über den Rand der Querwände hinlaufen. An der Seitenwand der Keulen verliert sich diese Scheide in den Aussencontour der Membran (Fig. 7, 8). Ich fand sie von den jüngsten Entwickelungszuständen an bis zur Vollendung der Copulation, ihre Entstehung ist mir nicht klar geworden.

Die einander berührenden Keulen wachsen nun, indem sie ihre Form und Structur im Wesentlichen beibehalten, zu einer bedeutenden Grösse heran, so dass der spindelförmige Körper, den sie mit einander bilden, dem blossen Auge leicht erkennbar wird. Ihr Protoplasmainhalt vermehrt sich dabei fortwährend, in durchfallendem Lichte erscheinen sie alsbald dunkel und ganz undurchsichtig, in reflectirtem röthlich, welche Farbe von den im Protoplasma suspendirten zahlreichen Fetttröpfchen herrührt, die in grosser Menge gesehen besagte Färbung zeigen. Die rasche und gewaltige Vermehrung des Protoplasma in den Keulen kann nicht wohl auf andere Weise geschehen, als dadurch, dass jenes aus dem Mycelium durch den Fruchtträger in dieselben einströmt. Ehrenberg hat dieses Einströmen direct beobachtet, ich habe versäumt darauf genauer zu achten, dafür aber oft eine strömende Bewegung beobachtet, welche man sich wohl hüten muss mit dem normalen Fortrücken des Protoplasma zu verwechseln. Bringt man nämlich junge unversehrte Fruchtträger in Wasser, so platzt die Membran der-

selben meistens unverzüglich an einem oder an mehreren Punkten, aus dem Risse strömt Protoplasma aus und das in den entlegeneren Theilen des Schlauches befindliche rückt in raschem Strome und oft auf weite Strecken hin nach. Ganz besonders häufig entsteht der Riss an der Basis der Fruchtkeulen und zwar auf ihrer unten liegenden mit dem Wasser zuerst in Berührung gekommenen Seite, es sieht alsdann aus, wie wenn das Protoplasma wirklich in die Keule einströmte, allein in allen Fällen, welche ich genau untersucht habe, lag eine auf der erwähnten Erscheinung beruhende Täuschung vor. Man sollte nun allerdings meinen, eine solche wäre leicht zu vermeiden, aber in Wirklichkeit ist es, wegen der Dicke und Undurchsichtigkeit der Keulen und wegen der zahlreichen und oft sehr verworrenen Gabelzweige, von welchen diese umgeben sind, oft sehr schwer den Riss in der Membran und selbst die ausgeflossene Protoplasmamasse zu finden.

Wenn die Keulen ihre definitive Grösse erreicht haben, dann tritt in jeder eine der Scheidewand parallele Querwand auf, welche das der anderen zugekehrte Drittel einer jeden als besondere Zelle abgrenzt (Fig. 7). Ich will letztere die Fruchtzelle und den andern Theil der Keule den Träger oder Suspensor der Fruchtzelle nennen. Beide Fruchtzellen sind nach ihrer Abgrenzung noch eine Zeit lang durch die ursprüngliche Scheidewand von einander getrennt (Fig. 7), diese verschwindet jedoch bald und beide Fruchtzellen vereinigen sich hiermit zu einer einzigen. Sie verändern hierbei, soviel ich wahrnehmen konnte, ihre Form und Structur zunächst nicht, das Protoplasma zieht sich nicht von der Wand zurück. Das Verschwinden der Scheidewand beginnt mit einem Dünnerwerden und endlicher Perforation ihrer Mitte und schreitet von hier gegen den Umfang fort; ich fand sie einige Male (Fig. 8) in der Mitte mit einer noch engen, höchst dünnrandigen Oeffnung versehen, den grösseren peripherischen Theil dagegen noch erhalten. Es ist wegen der Dicke und Undurchsichtigkeit der Fructificationsorgane oft nicht ganz leicht, von dem soeben beschriebenen Entwickelungsgange eine klare Anschauung zu erhalten. Ich bemerke daher, dass ich nach vielem Hin- und Herprobiren die besten Präparate dadurch erhalten habe, dass ich die Exemplare des Syzygites einige Minuten in sehr verdünnte Salzsäure brachte und dann in Wasser liegend untersuchte. In besagtem Reagens bleibt das Protoplasma gleichförmigkörnig und zieht sich meist scharf umschrieben von der Wand zurück, auch trennen sich häufig die beiden Lamellen, aus welchen die Scheidewand zwischen den Fruchtkeulen besteht, nach Einwirkung der Säure leicht von einander, man kann daher das Verhalten der verschiedenen Membranen genau beobachten. Wendet man Wasser allein,

oder Alkohol, Lösungen von Zucker, Chlorzinkjod, Jod u. s. w. an, so wird die Beobachtung meistens unsicher, weil die Membranen platzen, oder mit dem Inhalt collabiren, oder letzterer noch trüber und dunkeler wird als im frischen Zustande.

Die aus der Vereinigung der beiden Fruchtzellen entstehende Zelle dient der Fortpflanzung wie allgemein angenommen und in Folgendem bewiesen werden wird; sie entsteht der obigen Darstellung zufolge durch die Verschmelzung zweier ursprünglich getrennter gleichwerthiger Zellen, also durch einen ächten Copulationsprocess, sie wird daher als Copulationszelle oder Zygospore[38]) zu bezeichnen sein. Unmittelbar nach ihrer Entstehung hat sie die Form und Structur, welche den beiden Zellen zukam, aus deren Vereinigung sie entstanden ist: also die Gestalt eines zwischen beiden Suspensoren quer gestellten Cylinders; auch die dem Rande der Scheidewand entsprechende Einschnürung ist anfangs noch vorhanden (Fig. 8). In den meisten Fällen nimmt nun die Zygospore noch bedeutend an Grösse zu und erhält die Gestalt einer gestreckten oder fast kugeligen Tonne, deren leicht convexe oder ebene Endflächen den Suspensoren ansitzen (Fig. 13—18). Seltener behält sie cylindrische Form (Fig. 12) oder bleibt in der Mitte eingeschnürt, wie in Corda's Figur 14. Gleichzeitig mit der Vergrösserung und Gestaltveränderung wird die Membran der Zygospore stark verdickt und in drei Schichten gesondert, welche schon sehr bald nach der Copulation unterscheidbar und zur Zeit der Reife folgendermassen beschaffen sind (Fig. 10, 13, 14). Zu äusserst verläuft um die Seitenwand der Zygospore eine dünne, glatte, erst farblose, später gelblich-braune Haut, welche sich sowohl in die Seitenwände der Suspensoren als auch in die Querwände, durche welche die Fruchtzellen zuerst abgegrenzt wurden, fortsetzt, also der primären Membran der neugebildeten Zygospore entspricht. Dieser Haut innen angelagert ist eine zweite, meist sehr derbe und dunkelbraune, welche ich Aussenhaut der Zygospore oder Episporium nennen will; sie liegt der primären Haut entweder überall fest an oder ist an den Kanten derart abgerundet, dass hier eine dreikantige ringförmige Lücke zwischen beiden Membranen bleibt. Auf den beiden Endflächen der Zygospore ist die Aussenhaut stets glatt, homogen und dünner als auf der Seitenfläche; letztere ist mit zahlreichen groben stumpfen Warzen bedeckt, welche mehr oder minder stark nach aussen vorspringen und keine Verdickungen, sondern hohle Vortreibungen der Membran darstellen, daher als helle, von Doppellinien umschriebene Kreise erscheinen, wenn man bei Betrachtung der Oberfläche

[38]) Vergl. meine Untersuch. ub. d. Conjugaten pag. 57—65.

der Seitenwand, ihre Basis scharf einstellt. Der Aussenhaut innen angelagert ist endlich das Endosporium, eine dicke, weiche und zähe, geschichtete glashelle Haut, deren Endflächen gleichfalls ganz glatt sind, während die Seitenfläche zahlreiche stumpfe Warzen zeigt, die genau in die Höhlungen der Prominenzen der Aussenhaut passen. In der ersten Jugend (Fig. 10) sind diese Warzen gleichfalls hohle Vortreibungen oder Falten, an der reifen Zygospore (Fig. 14) sitzen sie dagegen als feste solide Körper dem Endosporium aussen auf. So sehr dieses auch einer gewöhnlichen geschichteten Cellulosehaut ähnlich sieht, so konnte ich an ihm doch niemals durch Reagentien eine Blau- oder Violettfärbung erhalten. In einigen wenigen Fällen fand ich bei kleinen reifen Zygosporen die Warzen der beiden Häute nicht oder kaum angedeutet (Fig. 12). Der Inhalt der Zygospore besteht entweder aus einem gleichförmig-grobkörnigen dichten Protoplasma von matt orangerother Farbe, oder aus farblosem Protoplasma, in welchem zahlreiche dicke orangerothe Fetttropfen suspendirt sind. Letztere wurden seit Ehrenberg als Sporen, die Zygospore als deren Mutterzelle, also Sporangium beschrieben; erst Tulasne hat den Sachverhalt richtig dargestellt.

Bis nach Vollendung des Copulationsprocesses bleibt der Fruchtträger wie zu Anfang gebaut, nur wird er allmählich protoplasmaärmer. Sind die Zygosporen gebildet, so nehmen theils die Suspensoren derselben an Grösse noch zu, indem sie sich entweder vorzugsweise in die Länge strecken oder zu birnförmiger Gestalt anschwellen; theils findet in den Gabelzweigen, zumal in den haarförmigen Enden derselben noch eine deutliche Längsstreckung statt. Zugleich wird der ganze Fruchtträger durch zahlreiche Querwände in zahlreiche cylindrische Zellen von sehr ungleicher Länge abgetheilt (Fig. 11), welche, soviel ich beobachten konnte, gleichzeitig in allen Theilen des Fruchtträgers zu entstehen scheinen, in den oberen Dichotomien am zahlreichsten sind und in dem Stamme oft ganz fehlen. Alle Membranen werden dabei dicker und derber, oft sehr stark verdickt und deutlich geschichtet und erhalten eine braungelbe Farbe, welche gegen den Grund des Fruchtträgers hin an Intensität stetig zunimmt. Der Protoplasmainhalt verschwindet während dessen bis auf spärliche braunwerdende und schrumpfende Reste. Der Fruchtträger hat hiermit die Beschaffenheit eines braunen Fadens erhalten, der unten einfach, plötzlich reich verzweigt ist; die unteren Ramificationen bilden ein aus verworrenen Aesten und schwarzbraunen Zygosporen bestehendes Knäuel, welches von den gestreckten Enddichotomien wie von einem langen Haarbusche überragt wird. Es wurde schon oben gesagt, dass die Fruchtträger in dichten Rasen bei einander zu stehen pflegen: ihre Aeste verflechten sich daher oft unentwirrbar in einander und man kann bei

der Reife meistens den ganzen Rasen wie ein dichtes haariges Fell von dem Substrat abziehen.

Bei der dichten Verflechtung der Träger mit einander ist es oft nicht leicht genau zu bestimmen, wie viele Zygosporen an den einzelnen zur Reife kommen. Doch ist ihre Zahl gewöhnlich nicht gross und mag in der Regel 2—6 betragen. Kaum ein einziges Exemplar dürfte aber vorkommen, an welchem nicht weit zahlreichere Fruchtkeulenpaare angelegt als Zygosporen gebildet werden. An den Gabelungen, welche die reifen Zygosporen überragen, findet man solche Paare in allen Grössen. Sie nehmen, wenn jene reif werden, die Structur und braune Farbe der Gabelzweige an, und hiermit steht wie bei diesen ihr Wachsthum still. Was Corda und Bonorden als jugendliche Entwickelungszustände der Syzygitesfrüchte abbilden, sind solche verspätete und stets unentwickelt bleibende Fruchtanlagen, denn die erwähnten Abbildungen stellen überall die Membranen schon braungefärbt dar, fortbildungsfähig sind aber nur ganz farblose Exemplare.

Viele der auf jugendlicher Stufe stehen bleibenden Fruchtanlagen stellen einfache flach halbkugelige bis keulen- und birnförmige Aussackungen der Schlauchwand dar, in welchen eine Abgrenzung der Fruchtzellen nie zu Stande kommt. Sehr oft findet man aber auch solche Keulen, welche die Grösse copulirender erreichen, wie diese die Fruchtzellen bilden, aber miteinander nur in loser Berührung stehen, ohne zu verwachsen oder gar zu verschmelzen. Nichtsdestoweniger nehmen bei diesen die Fruchtzellen meistens genau den Bau der Zygosporen an, sie unterscheiden sich von diesen nur durch meistens geringere Grösse, und dadurch, dass ihre an den Suspensor grenzende eine Seite glatt bleibt, während die ganze übrige Oberfläche warzig wird (Fig. 11, 19). Man kann hierdurch auch bei solchen Fortpflanzungszellen, welche von ihren Trägern losgerissen sind, deutlich erkennen, ob sie Zygosporen oder Organe von der letztbeschriebenen Entstehung, die Azygosporen heissen mögen, sind. Erstere haben immer zwei glatte runde Endflächen und eine warzige Seitenfläche, bei letzteren ist nur ein kleines kreisförmiges Stück der Oberfläche glatt, der ganze übrige meist viel grössere Theil warzig. In allen Syzygitesrasen, welche ich untersuchte, habe ich zahlreiche Azygosporen gefunden. Corda bildet einen Fruchtträger ab, welcher ausschliesslich mit Azygosporen versehen ist[39]).

---

[39]) Corda l. c. Fig. 4. Ob solche Exemplare den Azygytes Mougeotii Fries darstellen, wie Corda glaubt, oder ob dieses von einem anderen, durch Tulasne aufgefundenen Pilze gilt, lasse ich dahingestellt. Vgl. Fries, S. M. III, 330. Tulasne, Sel. fung. Carpolog. I, p. 61.

Die ganze Entwickelung der Fruchtträger bis zur Reife wird binnen etwa 24 Stunden vollendet. Auf geeignetem Substrat vergrössern sich die fruchttragenden Rasen von Tag zu Tag in centrifugaler Richtung, wie dies schon von Ehrenberg sehr anschaulich beschrieben worden ist.

Schon von seinem Entdecker wurde der Syzygites in Gesellschaft der stattlichen, fleischige Schwämme bewohnenden Hyphomycetenform gefunden, welche von Link Aspergillus maximus und später Sporodinia grandis genannt worden ist[10]). In der That wachsen beide Pilzformen der Regel nach gesellig bei einander. entweder so, dass die langen Fruchtträger der Sporodinia allenthalben in Menge zwischen denen des Syzygites hervorkommen, die letzteren überragend und oft ganz verdeckend, oder so, dass am Rande des Syzygitesrasens dicht gedrängte oder vereinzelte Sporodinia-Individuen stehen. Ich erinnere mich nicht, Syzygitesrasen gefunden zu haben, denen die Sporodinia gänzlich gefehlt hätte, wenn diese auch in einzelnen Fällen erst nach mehrtägiger Cultur an dem Rande der Rasen erschien. Sporodinia ohne Syzygites findet man zuweilen.

Das Mycelium der Sporodinia ist von dem des Syzygites nicht zu unterscheiden; gleich letzterem zeigt seine Membran, so lange sie jugendlich ist, die oben beschriebene Violettfärbung durch Jod und Wiederentfärbung durch Schwefelsäure. Die fruchttragenden Zweige desselben treten an die Oberflache des Substrats, schwellen hier zu einer viel beträchtlicheren Dicke als die in dem Schwammgewebe verbreiteten an, und strecken sich zu cylindrischen Schläuchen, welche eine Länge von 1 — 2 Cm. erreichen. Sie sind anfangs aufrecht und bleiben es, wo sie in Menge bei einander stehen, indem einer den anderen stützt; wo sie einzeln stehen, da werden sie meistens bald durch das Gewicht ihres oberen Theiles niedergebogen. Ihre Spitze theilt sich wenigstens fünf- bis sechsmal in kurze, stumpfwinkelig divergirende Gabelzweige; die Theilung ist meist regelmässig und streng dichotom und die Verzweigungsebenen der aufeinander folgenden Ordnungen schneiden einander rechtwinklig (Fig. 1). Alle Zweige sind anfangs ziemlich genau cylindrisch, die des letzten Grades an der Spitze stumpf abgerundet. Bald beginnt in diesen die Sporenbildung, welche genau. der für Mucor bekannten entspricht. Die Zweigenden schwellen zu kugeligen Blasen an, in welche reichliches körniges Protoplasma einströmt, und welche bald durch eine nach oben con-

---

[10]) Vgl. Ehrenberg, Silv. myc. Berolin. p. 24. Link, in Willdenow, Spec. plant. VI, p. 94. Fries, Syst. mycol. III, 378, 88. Erstgenanntes Citat entnehme ich den anderen genannten Schriften, weil mir die Silv. mycol. fehlen.

vexe Querwand als Sporangiumzellen von ihrem Träger abgegrenzt werden. Dann zerfällt das Protoplasma der Sporangien mit einem Male in eine Anzahl verschieden grosser Portionen, welche ihre Oberfläche rasch abrunden, mit einer Membran umgeben und sich zu den Sporen ausbilden (Fig. 2). Die Wand des Sporangiums ist farblos, sehr zart und vergänglich. Bringt man reife Exemplare in Wasser, so verschwindet sie sofort; an älteren Exemplaren scheint sie immer zerstört zu werden, die Sporen sind zu nackten Köpfchen rings um die vorgewölbte (der sogenannten Columella von Mucor entsprechende), untere Wand des Sporangiums angehäuft und fallen leicht ab (Fig. 1)

Bis zur Abgrenzung der Sporangien, oft selbst bis zur Periode der Sporenbildung ist der Fruchtträger der Sporodinia ein durchaus querwandloser Schlauch, von Protoplasma erfüllt, welches ich in dem Stamme und den Gabelzweigen immer farblos, in den jungen Sporangien dagegen, in Uebereinstimmung mit Tulasne, häufig blass röthlich oder orange gefärbt, manchmal auch farblos fand. Die Membran ist gleichfalls farblos, sie zeigt in der Jugend das gleiche Verhalten zu Jod und Schwefelsäure, wie bei Syzygites, nur dass die violette Färbung heller ist wie bei diesem. Die Wand der Sporangien sah ich (ebensowenig wie die Sporenmembran) nie durch Jod violett werden. Sobald die Sporangien gebildet sind, oder manchmal noch später, treten in dem ganzen Schlauche und seinen Verzweigungen zahlreiche ordnungslos gestellte Querwände auf, alle wie es scheint mit einem Male, eine Erscheinung, welche wiederum an Syzygites, aber auch an die Mehrzahl der gewöhnlichen Mucorformen erinnert. Zugleich schwellen die Enddichotomien, welche die Sporangien tragen, zu breiten, länglichen, eiförmigen oder keulenförmigen Blasen an, und gleichzeitig mit diesen Veränderungen vermindert sich die Protoplasmamenge bis auf geringe Ueberbleibsel, während die Membranen allenthalben dicker, fester und grau- oder gelblich braun gefärbt werden (Fig. 1).

Die reifen Sporen (Fig. 3—5) sind meistens rundlich oder breit oval, viele aber auch höchst unregelmässig eckig und wunderlich gestaltet; ihre Grösse ist sehr ungleich, sie schwankt zwischen $\frac{1}{90}$ und $\frac{1}{25}$ Mm. Sie sind mit einer glatten, homogenen, hellbraunrothen Aussenhaut und einem sehr zarten farblosen Endosporium versehen und im frischen Zustande mit dichtkörnigem Protoplasma erfüllt.

Nach dem Mitgetheilten ist es einleuchtend, dass zwischen Sporodinia und Syzygites in vielen Punkten eine grosse Aehnlichkeit besteht, und wenn man ihr fast constantes geselliges Vorkommen und besonders den Umstand in's Auge fasst, dass beiden genau ein und dasselbe Mycelium eigen ist, so liegt die Vermuthung sehr nahe, dass beide

verschiedene Organe einer und derselben Pflanze sind. Bewiesen ist diese Vermuthung durch die mitgetheilten Daten allerdings noch nicht, wenngleich in der vollkommenen Gleichheit der Mycelien, aus welchen beide Fruchtformen hervorgehen, ein gewichtiges Argument für dieselbe liegt, denn die Mycelien verschiedener Pilzarten oder gar Gattungen sind in der Regel, wenn man sie genauer untersucht, weit deutlicher von einander verschieden als gemeiniglich angenommen zu werden pflegt. Tulasne gibt an, dass die Syzygites- und Sporodiniafrucht auf verschiedenen Zweigen eines und desselben Fruchtträgers gebildet werden, ein Verhalten, welches, wenn es constant vorkäme, jede weitere Beweisführung für ihr Zusammengehören überflüssig machen würde. Ich will die Richtigkeit von Tulasne's Beobachtung nicht bestreiten, muss aber doch die erwähnte Erscheinung für eine äusserst seltene halten, denn bei sehr zahlreichen Exemplaren, welche ich seit 1856 alljährlich untersucht habe, fand ich beiderlei Fruchtformen immer unzweifelhaft je auf besonderen aus dem Substrat hervorkommenden Trägern. Nach diesen Beobachtungen musste ich nach einem weiteren Beweise für die Zusammengehörigkeit beider Formen suchen und dieser wird in durchaus vorwurfsfreier Weise durch die Keimungsgeschichte geliefert.

Aussaaten von Zygosporen des Syzygites werden häufig durch die lästigen Feinde solcher Untersuchungen, die Chytridien zerstört; doch kann ich wenigstens von einer vollkommen gelungenen berichten. Reife Zygosporen und Azygosporen, am 1. November gesammelt, wurden am 5. November möglichst sorgfältig gereinigt und in ein Schälchen mit Wasser gebracht, in den nächstfolgenden Wochen zu wiederholten Malen gereinigt und mit frischem Wasser versehen. Bis zum 25. November zeigten sie keine Veränderung; ob eine solche in dem Protoplasma stattfand, musste wegen der Undurchsichtigkeit der brauen Aussenhaut unentschieden bleiben. Am Vormittage des bezeichneten Tages wurde die ganze Aussaat durchgemustert und zwei Keimungen gefunden; schon am Nachmittag waren einige weitere vorhanden, bis zum 5. December kamen täglich neue hinzu, alle verhielten sich untereinander im Wesentlichen gleich.

Der Beginn der Keimung (Fig. 15) wird dadurch angezeigt, dass die braune Aussenhaut an einer Seite weit aufreisst, sie wird gesprengt durch die nach allen Seiten sich ausdehnende Innenzelle. Diese stellt eine prall gespannte Blase dar, deren Membran jetzt, offenbar in Folge der Ausdehnung, weit dünner als zur Zeit der Reife und auf der Oberfläche immer ganz glatt ist. Sie ist angefüllt von dichtem, undurchsichtigem (in reflectirtem Lichte weiss aussehendem) gleichförmig feinkörnigem Protoplasma. An der durch den Riss des Episporiums frei gelegten Seite treibt das Endo-

sporium alsbald zwei, seltener vier dicht neben einander entspringende Keimschläuche, sehr selten nur einen einzigen (Fig. 16 — 18). Die Schläuche entstehen wie die für die Keimung der meisten Pilzsporen bekannten. An ihrer Bildung nimmt nur die Protoplasmamasse und die diese umkleidende innerste Membranschicht Theil, die äusseren Lagen des Endosporiums werden von dem Schlauche durchbohrt.

Lässt man die Keimschläuche in Wasser liegen, so verzweigen sie sich meistens nahe bei ihrer Ursprungsstelle dichotom, die Aeste wachsen dann zu einer bedeutenden Länge heran, wobei sie sich wellig krümmen oder spiralig winden und zuweilen noch einmal dichotom verzweigen. Selten fand ich die Keimschläuche ganz unverzweigt. In dem Maasse als sie sich strecken, rückt das Protoplasma mit ihrer Spitze vorwärts, das Endosporium wird allmählich entleert. Querwände fand ich in jungen Keimschläuchen hier und da vereinzelt (Fig. 17), in der Regel fehlen sie. Nach einiger Zeit steht das Wachsthum der im Wasser bleibenden Schläuche still und sie sterben ab. Bringt man dagegen Zygosporen, welche in Wasser schon zu keimen begonnen haben, auf eine nur feuchte Unterlage, so richtet sich die Spitze der Keimschläuche senkrecht auf, sie verzweigen sich ein- bis zweimal dichotom, und strecken sich dann rasch auf eine Länge von 1 bis 2 Cm., indem sie gleichzeitig viel dicker als die im Wasser wachsenden werden. Mit der Streckung sinken sie meist um, so dass ihre Spitze den Boden berührt. Endlich hebt an der Spitze eine neue dichotome Verzweigung an: sie erhält alle Eigenschaften der oben beschriebenen Fruchtträger von Sporodinia und bildet gleich diesen Sporangien und Sporen.

Hält man die Zygosporen, bevor sie anfangen Schläuche zu treiben, auf feuchtem Boden, so keimen sie wie im Wasser, nur mit dem Unterschiede, dass die Schläuche sich von Anfang an senkrecht erheben. Die Sporodiniafruchtträger, welche ihnen entsprossen, waren an den beobachteten Exemplaren denen vollkommen gleich, welche man im Walde mit Syzygites zusammen findet. Ein Mycelium entwickelt sich bei dem beschriebenen Keimungsprocesse nicht, die Sporodinien sprossen immer unmittelbar aus dem Endosporium hervor und entwickeln sich auf Kosten der in diesem aufgespeicherten Reservenahrung; letztere wird zur Bildung jener vollkommen aufgebraucht, das Endosporium enthält zuletzt nur mehr wässerige Flüssigkeit.

Den feuchten Boden stellte ich theils dadurch her, dass ich die Zygosporen auf Glasplatten in flache Wassertropfen brachte, aus denen sie hervorragten, theils legte ich sie auf feucht gehaltene Stücke des Hutes von Hydnum repandum. Auch in dem letzteren Falle entwickelte sich kein Mycelium, sondern nur Sporodinia-Fruchtträger aus den

Keimschlauchen, obgleich das Mycelium des Syzygites in genanntem Schwamme gedeiht und Frucht trägt. Nach allen diesen Thatsachen ist das Zusammengehören von Sporodinia und Syzygites auf das bestimmteste bewiesen, und dieser Pilz mehr als vielleicht irgend ein anderer geeignet, um das Vorkommen differenter Fructificationsorgane bei einer und derselben Species zur Evidenz zu bringen. Bei der beträchtlichen Grösse seiner Organe kann man selbst mit unbewaffnetem Auge den beschriebenen Entwickelungsgang fast vollständig verfolgen.

Die Organe, welche oben als Azygosporen bezeichnet wurden, zeigen, wie ich mich mehrmals überzeugt habe, die gleichen Keimungen wie die Zygosporen (Fig. 19).

Was endlich die in den Köpfchen von Sporodinia gebildeten Sporen betrifft, so treiben dieselben, wenn sie frisch in Wasser oder auf eine feuchte Unterlage gebracht werden, schon nach einigen Stunden cylindrische etwas gekrümmte Keimschläuch nach einer oder nach zwei Seiten hin, in der Weise, welche für die Mehrzahl der Pilzsporen bekannt ist (Fig. 4.) In den Keimschläuchen treten alsbald Querwände auf: cultivirt man Wassertropfen auf dem Objectträger, so verzweigen sie sich, ihre Enden treten sie in flachen senkrecht über die Oberfläche des Wassers hervor, nach wenigen Tagen sterben sie aber ab, ohne zu fructificiren. Säet man die Sporen auf die befeuchtete Oberfläche eines fleischigen Schwammes (ich benutzte Exemplare von Lactarius quietus? und Russula rubra), so dringen die Enden der Keimschläuche alsbald in die Substanz des Schwammes ein und nehmen hier sofort alle Eigenschaften des oben beschriebenen Syzygites-Myceliums an, welches sich dann in dem Schwammgewebe ausbreitet. Es ist nicht schwer, einige Tage nach der Aussaat Myceliumschläuche aus den besäeten Schwämmen herauszupräpariren, welche mit den entleerten Sporenmembranen in so deutlichem Zusammenhange stehen, wie die erst wenige Stunden alten Keimschläuche. Bei meinen Aussaatversuchen, welche im October und November 1856 mit im Freien gereifter Sporodinia angestellt wurden, war am Tage nach der Aussaat das Eindringen der Keimschläuche leicht zu constatiren. Nun dauerte es 10 bis 25 Tage bis die ersten Anfänge der Fruchtträger als dicke aufrechte Schläuche auf der Oberfläche erschienen und nun rasch Zygosporen bildeten, also die Syzygitesform annahmen; in 24 bis 48 Stunden waren die besäeten Stücke von Syzygitesrasen bedeckt. Erst etwa 8 Tage nach dem Auftreten der ersten Syzygitesfrüchte erschienen im Umkreis der Rasen Sporodinia-Fruchtträger, die sich normal ausqildeten, jedoch in den in Rede stehenden Versuchen immer vereinzelt blieben.

Hiermit ist also der Nachweis geliefert, dass sich aus den Sporen der Sporodinia ein Mycelium entwickelt, welches dem Muttermycelium gleich ist und welches zunächst Syzygitesfrucht erzeugen kann. Einige Male ist es mir sogar gelungen, junge Fruchtträger im Zusammenhange mit der entleerten Membran der gekeimten Sporen freizupräpariren (Fig. 5). Allerdings waren diese Fruchtträger noch unverzweigt: dass sie der Syzygitesform angehörten, dürfte aber nicht zweifelhaft sein, weil dies von allen übrigen galt. Da man übrigens die Sporodiniaform im Freien manchmal für sich allein und ohne Syzygites findet, so kann nicht bezweifelt werden, dass sie sich auch sofort und als Vorläufer der Syzygitesform aus dem Mycelium, beziehungsweise aus den Sporodiniasporen entwickeln kann.

Schliesslich will ich nicht unerwähnt lassen, dass mir alle diejenigen Culturversuche misslungen sind, d. h. keine vollständige Fruchtentwickelung des Syzygites gaben, bei welchen die besäeten Schwamme bald nach der Aussaat in Fäulniss übergingen. Mit dem Eintritt des letzteren stand die Entwickelung des Syzygites still auf der Stufe, die sie gerade erreicht hatte, selbst die schon angelegten Fruchtträger kamen nicht mehr zur Ausbildung. Hiernach scheint Syzygites ein ächter Parasit zu sein, der in frischen Schwämmen gedeiht und ihre Fäulniss befördert, durch letztere selbst aber getödtet wird. Fernere ausgedehntere Culturversuche werden hierüber bestimmteren Aufschluss geben.

Fasst man die Resultate der obigen entwickelungsgeschichtlichen Beobachtungen kurz zusammen, so ist Syzygites ein Hyphomycet mit zweierlei Fructificationsorganen, welche sich der Regel nach auf jeweils besonderen Trägern aus demselben Mycelium entwickeln und zwischen welchen theils ein regelmässiger Generationswechsel, theils ein minder regelmässige Succession besteht. Die eine Fruchtform wird durch Zygosporen dargestellt, welche den Ehrenberg'schen Syzygites speciell charakterisiren. Sie entstehen der Regel nach durch einen ächten Copulationsprocess, sind daher (vgl. meine Unters. d. Conjugat. p. 58, 65) den Oosporen verwandter Thallophyten an die Seite zu stellen: allerdings kommen auch häufig ihnen in jeder Beziehung ähnliche Organe (Azygosporen) ohne Copulation zu Stande. Die andere Fruchtform ist eine durchaus geschlechtslose; die Fortpflanzungszellen, welche sie erzeugt, sind daher, der gegenwärtig zu gebrauchenden Terminologie gemäss, als S p o r e n, die Hyphen, auf welchen sie gebildet werden, als S p o r e n t r ä g e r zu bezeichnen. Letztere, Link's Sporodinia grandis darstellend, bilden auf den Spitzen ihrer Enddichotomien kugelige

vergängliche Sporenmutterzellen, in welchen die Sporen in der Weise wie bei Mucor entstehen, und gleichen den Sporenträgern der Mucorarten so vollständig, dass sie für sich allein von diesen kaum generisch getrennt werden dürften. Der keimenden Zygospore entsprossen unmittelbar einer bis einige Sporenträger: aus der keimenden Spore entwickelt sich ein Mycelium, welches entweder zunächst Zygosporenträger und nachher zwischen und ringsum diese Sporenträger erzeugt, oder wohl auch beiderlei Fruchtträger in der umgekehrten Aufeinanderfolge bilden kann. —

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XXVI.

Protomyces macrosporus.

Figur 19 und 20 nach 195facher, Fig. 14 nach 720facher, alle ubrigen nach 390facher Vergrösserung gezeichnet.

Fig. 1. Myceliumfaden mit den Anlagen von 4 Sporangien, von denen das eine in der Entwickelung schon weit vorgeschritten ist. Aus dem Blattstiele von Aegopodium, und zwar nach einem frischen, nicht macerirten Längsschnitt.

Fig. 2. Reifes, kleines Sporangium, mit seinem Mycelium im Zusammenhange, durch Maceration freigelegt, im December.

Fig. 3—25. Keimende Sporangien und Sporen, in der ersten Hälfte des Decembers beobachtet, nachdem die reifen Sporangien Anfangs November in Wasser gebracht worden waren. Nur Fig. 13 und 14 stammen von einer anderen Aussaat her.

Fig. 3. Fettkörnchen des Sporangiuminhalts in der Peripherie aufgelöst, in der Mitte noch einen dicken runden Klumpen bildend.

Fig. 4. Fettkörner verschwunden, durch feinkörniges Protoplasma ersetzt.

Fig. 5. Beginn des Ausschlüpfens vom Endosporangium. Dieses an der einen Seite vom Episporangium entfernt, an der entgegengesetzten Seite dergestalt gegen dieses gedrängt, dass die einzelnen Membranen nicht deutlich von einander unterscheidbar. Ob schon ein Riss im Episporangium ist, war wegen der Undurchsichtigkeit des Inhalts nicht zu entscheiden. Das Präparat blieb unverändert von 7—10 Uhr Abends; um 10 Uhr 45 Min. war das Endosporangium ausgeschlüpft wie in Fig. 6.

Fig. 6. Eben ausgeschlupftes Endosporangium, vor der aufgerissenen Aussenhaut liegend und durch die gequollene gallertige Mittelhaut an diese angeklebt.

Fig. 7. Aehnliches, etwas weiter entwickeltes Exemplar. Bildete sich sehr langsam aus: von 9—12 Uhr blieb es unverändert; um 4 Uhr war die Bildung der wandständigen Protoplasmaschicht, um 6 Uhr die Zusammenballung der Sporen fertig.

Fig. 8. Beginn der Protoplasmawanderung (anderes Exemplar als Fig. 7, die Aussenhaut ist hier und in den folgenden Figuren nicht mit abgebildet, haftete aber in allen abgebildeten Exemplaren dem Endosporangium an).

Fig. 9. Sporangium, in welchem die Bildung der wandständigen Protoplasmaschicht soeben vollendet ist; um 11 Uhr 20 Min. Vorm.

Fig. 10. Dasselbe um 12 Uhr 30 Min. Es ist grösser geworden, das Protoplasma durchsichtiger, mit Ungleichheiten und Vacuolen versehen, die ein grobes unregelmässiges Netz bilden, und mit der feinen gleichmässigen netzförmigen Gruppirung der Körnchen.

Fig. 11. Etwas früherer Entwickelungszustand als Fig. 9 (anderes Exemplar). Centrale Vacuole noch nicht fertig gebildet, netzförmige Zeichnung im Protoplasma deutlich.

Fig. 12. (Anderes Exemplar) Sporangium kurz vor Beginn der Sporenbildung, mit anscheinend ganz homogenen, breiten Netzstreifchen.

Fig. 13. Sporangium, in welchem die Bildung der wandständigen Protoplasmaschicht nahezu fertig ist, entsprechend Fig. 11.

Fig. 14. Kleine Stucke des Protoplasma aus demselben Sporangium, nach 720facher Vergrösserung gezeichnet. *a* dem Zustand der Fig. 13, 11 entsprechend. *b* etwas später, Körnchen in mehreren Reihen geordnet, Netz daher engmaschiger, entsprechend Fig. 10, 12. *c* noch später, Körnchen in rundliche Gruppen geordnet: Anfang der Sporenbildung.

Fig. 15. Sporangium mit eben vollendeter Sporenbildung — etwas weiter entwickelt als Fig. 14*c*.

Fig. 16. (Anderes Exemplar) Sporen an dem Scheitel zusammengeballt, homogene Substanz in Form feiner Fäden zu dem Ballen hinfliessend.

Fig. 17. Anderes Exemplar, etwas weiter entwickelt, nur mehr wenige Streifchen der homogenen Substanz vorhanden.

Fig. 18. Dasselbe, wenig später, homogene Suhstanz verschwunden.

Fig. 19. Sporangium, dessen Sporenballen und „Scheitel" an der Seite liegt. *b* dasselbe nach der Ejaculation.

Fig. 20. Sporangium im Moment der Ejaculation. Die Sporen werden in einem Strahl hervorgespritzt; 5 sind in dem Sporangium zurückgeblieben.

Fig. 21. Leere Membranen eines Sporangiums. Einige Sporen kleben an dem Primordialschlauch.

Fig. 22. Sporen unmittelbar nach der Ejaculation.

Fig. 23. Copulirte Sporen, 3 Stunden nach der Ejaculation.

Fig. 24 u. 25. Copulirte Sporen 24 Stunden nach der Ejaculation. Fig. 24 in einem Wassertropfen ohne Deckgläschen, Fig. 25 unter Deckgläschen auf dem Objectträger cultivirt.

Fig. 25. Junger Protomyces von dem Stiele des Blattes 2 des Aussaatsversuchs I (s. S. 150). Die Abbildung stellt die Mitte eines ganz jungen punktformigen Protomycesfleckchens von aussen betrachtet dar. Das Präparat wurde erhalten durch einen der Oberfläche des Blattstiels parallelen Schnitt, welche die Epidermis sammt der daranstossenden Parenchymlage entfernte. Gezeichnet wurden nur die Umrisse der Epidermiszellen und die Fäden des Pilzes soweit sie ganz deutlich sichtbar waren, die Parenchymzellen sind der Deutlichkeit der Figur wegen weggelassen. *a* und *b* die Epidermiszellen, an deren Grenze der senkrecht durch die Epidermis wachsende Pilzfaden verläuft. Diese beiden Zellen hatten einen geschrumpften, gelblich gefärbten Primordialschlauch, während die ubrigen gesund und normal

waren. *p* die kreisförmige äussere Endfläche des senkrecht durch die Epidermis laufenden Pilzfadens. Die übrigen abgebildeten Theile des Pilzes sind zwischen Epidermis und Parenchym ausgebreitet; bei *n* senden sie Zweige in die tiefere Parenchymlage.

Tafel XXVII.

Figur 1—7 Protomyces Menyanthis.

Fig. 1. (Vergr. 190) Querschnitt durch eine junge Protomyces-Pustel am Blattstiele des Menyanthes. Im Innern der Parenchymzellen zahlreiche Protomyces-Sporen. Die Epidermis und ein grosser Theil des darunter liegenden Parenchyms war hellbraun gefarbt die weiten luftführenden Intercellulargänge sind durch dunklere Umrisslinien angedeutet.

Fig. 2—5. (Vergr. 390) Längsschnitte durch junge Protomycespusteln am Blattstiel. Die nach aussen gekehrte Seite der Präparate sieht auf der Tafel nach Rechts, die nach der Mittellinie des Blattstiels gekehrte nach Links.

Fig. 2. Aus dem jüngsten innersten Theil einer Pustel. In den Parenchymzellen Chlorophyll und Zellkerne (*n*) intact, von einem der Kerne (*n**) läuft ein Protoplasmafaden zur Wand. Im Innern der Zellen die die Membran durchbohrenden Myceliumfäden des Pilzes mit ihren blasigen Anschwellungen. Sie sind bis in die Zellreihe *p–p* vorgedrungen, einige im Begriff sich in die nächst innere Reihe *r–r* einzubohren.

Fig. 3. Aehnliches Präparat wie Fig. 2. Die blasigen Anschwellungen der Myceliumfäden zeigen vielfach das feine Büschel anf ihrer Spitze. Das Mycelium ist theils bis zur Zellreihe *p–p*, theils weiter nach *r–r* gedrungen. Es konnte nicht weiter nach aussen verfolgt werden als bis in die Reihe *s–s*, weil diese von der Reihe *m–m* verdeckt war.

Fig. 4. Aus dem älteren Theil einer Pustel. In den Parenchymzellen Myceliumfäden mit ihren blasigen Anschwellungen; Zusammenhang beider theilweise deutlich, die Anschwellungen zum Theil grösser geworden und mit Körnchen reichlich versehen; eine in deutlichem Zusammenhang mit einem Myceliumfaden, schon fast zur Grösse der fertigen Sporen herangewachsen.

Fig. 5. Sporen verschiedenen Entwickelungsgrades in den mit noch farblosem körnigem Inhalt versehenen Parenchymzellen des Blattstiels.

Fig. 6. (Vergr. 190.) Längsschnitt durch eine reife Pustel am Blattstiel. Reife Sporen in dem braun gewordenen Zellinhalt eingeschlossen.

Fig. 7. (Vergr. 390.) Aus einer reifen, getrockneten Pustel in der Blattlamina durch Maceration frei gelegt. *a* reife Spore. *b* zwei reife Sporen in dem vertrockneten, hart, spröde und braun gewordenen Zellinhalt eingeschlossen.

Fig. 8—10 Protomyces endogenus.
(Fig. 8 vergr. 90, die anderen 390.)

Fig. 8. Querschnitt durch ein von Protomyces bewohntes Internodium von Galium Mollugo (Rinde).

Fig. 9. Reife Spore.

Fig. 10. Mycelium mit Sporen verschiedener Entwickelungsgrade aus tangentialen Längsschnitten durch die Rinde des Galium frei präparirt, ohne Maceration. *b* und *c* jüngste Entwickelungstadien der Sporen.

Fig. 11 Physoderma Eryngii. (Vergr. 390.)

a, *b*, *c*, Mycelium mit jugendlichen Sporen aus lebenden Exemplaren frei präparirt. *d*, *f*, *g* reife und halbreife Sporen, bei *d* und *f* in deutlichem Zusammenhang mit Myceliumfäden, aus getrockneten Exemplaren frei präparirt.

Fig. 12 Physoderma pulposum. (Vergr. 190.)

Stückchen des Fasernetzes frei präparirt, mit 2 daran haftenden Sporen.

Fig. 13 Physoderma maculare. (Vergr. 390).

Epidermiszelle von Alisma Plantago, in welcher 3 Sporen des Parasiten liegen. Aus einem Längsschnitt durch eine Pustel.

Tafel XXVIII.

Exoascus Pruni. Alle Figuren sind nach 390—400facher Vergrösserung gezeichnet.

Fig. 1 u. 2. Von der Oberfläche einer Tasche von Prunus domestica. Fig. 1 Stückchen Epidermis von aussen betrachtet. Mycelium des Exoascus bei *p*-*p* zwischen den Seitenwänden der Oberhautzellen hervortretend und auf der Aussenfläche der Epidermis sich verbreitend.

Fig. 2. Myceliumnetz von der Oberfläche einer etwas älteren Tasche, von aussen gesehen. Von den Theilen der Epidermis ist nur die vom Pilze freigelassene Spaltoffnung gezeichnet, die Umrisse der ubrigen Zellen weggelassen.

Fig. 3. Von der Oberfläche einer Tasche von Prunus spinosa. Hymeniumanlage des Exoascus als einfache Schicht rundlich cylindrischer, dichtgedrängter Zellen entwickelt, die Umrisse der Epidermiszellen verdeckend, diese daher nicht mitgezeichnet. In der Mitte die vom Pilz freigelassene Spaltöffnung.

Fig. 4 u. 5. Querschnitte durch die Oberfläche junger Taschen von Pr. domestica mit Kalilosung behandelt. Zwischen den durchsichtig gewordenen und nicht mit abgebildeten Epidermis- und Parenchymzellen die Myceliumfäden des Pilzes, nach aussen tretend und zwischen Epidermis und Cuticula die Hymeniumanlage bildend. Fig. 4 dem Entwickelungszustand von Fig. 1, Fig. 5 dem von Fig. 2 entsprechend. *c* Cuticula, *h* Hymeniumanlage, *e* Aussenwand der Epidermiszellen.

Fig. 6. Von der Oberfläche einer Tasche von Pr. Padus. Querschnitt. *e*, *e*, Epidermiszellen, *c* Cuticula *m* durchschnittene unter der Epidermis verlaufende Myceliumfäden. Zellen der Hymeniumanlage cylindrisch, theils noch unter der Cuticula, theils mit ihrem oberen Ende über diese hinausragend, *a* im Begriff die Cuticula zu durchbrechen.

Fig. 7. Von einer Tasche von Pr. spinosa. *c*, *e*, *m* wie in Fig. 6. Hymenium zeigt Asci verschiedenster Entwickelungsgrade.

Fig. 8. Einzelne Asci auf ihren (theilweise gezeichneten) Stielzellen. Entwickelungsfolge den Buchstaben *a — dfg* entsprechend. Nach einem ganz frischen Präparat von der Oberfläche einer Zwetschentasche.

Fig. 9. *a* eine Gruppe von 8 Sporen, *b* einzelne Sporen unmittelbar nach der Entleerung (von Prunus domestica).

Fig. 10. *a* Gruppe von 8 Sporen, unmittelbar nach der (direct beobachteten) Ejaculation in reinem Wasser liegend, 10 Uhr Vormittags. *b* um 10 Uhr 50 Min.; Sprossung an den Sporen beginnend. *c* um 11 Uhr 10 Min. *d* um 12 Uhr; die Gruppe hat sich etwas gedreht und in Folge der Sprossungen ihre Anordnung etwas verändert. Um 3 Uhr waren an derselben Gruppe die Sprosse erster Generation schon vermehrt und an vielen derselben Sprosse zweiter Generation, die ganze Gruppe deutlich zu zeichnen war unmöglich. *f* ist die mit *p* bezeichnete Spore von *d*, um 3 Uhr gezeichnet.

Fig. 11. Einzelne Spore in reinem Wasser liegend, gleichzeitig mit 10 beobachtet und gezeichnet. *a* um 10 Uhr, *b* 11 Uhr 50 Min., *c* 11 Uhr 10 Min., *d* 3 Uhr. (Die Sporen von Fig. 11 und 12 stammten von einer Prunus Padus-Tasche her.)

Fig. 12. Exoascus-Sporen mit Sprossungen, drei Stunden nach Aussaat der frischen (von Prunus domestica stammenden) Sporen in eine etwa 10procentige, mit Bierhefeauszug (nach Pasteur) versetzte Zuckerlösung. Die Aussaat wurde am 14. Mai 12 Uhr Mittags gemacht, die Figuren Nachmittags 3 Uhr gezeichnet. Das Präparat lag unter Deckglas.

Fig. 13. Von demselben Präparat wie Fig. 10, am 15. Mai, 10 Uhr Vormittags. Die Figuren stellen die Umrisse von einigen der kleineren, übersichtlicheren Sprossgruppen dar. Fast aus allen Sporen haben sich solche Gruppen entwickelt.

Fig. 14. Hymeniumanfänge des Exoascus von der Oberfläche des Kerns eines in einer Tasche von Prunus Padus enthaltenen Ovulums. Auf den blasig angeschwollenen Gliederzellen der Fäden sind bei *a* einige junge, aber wie es scheint nicht zur völligen Ausbildung kommende Asci angelegt.

Tafel XXIX.

Figur 1—18 Phallus caninus.

Figur 1—13 natürliche Grösse, oder wenig darüber. Figur 14 u. 16 390mal, Figur 15 etwa 12mal, Figur 17 u. 18 ungefähr 10mal vergrössert.

Fig. 1 und 1 *a*. Myceliumzweige, Fruchtkörper verschiedener Entwickelung tragend.

Fig. 2—12. Fruchtkörper verschiedenen Alters, Entwickelungsfolge den Nummern entsprechend.

Fig. 2. Ganz junger Fruchtkörper, halbirt, die beiden Hälften noch aneinander hängend und von der Schnittfläche aus gesehen.

Fig. 3. Etwas älterer; radialer Längsschnitt.

Fig. 4. *a* von aussen gesehen, nat. Gr. *b* radialer Längsschnitt desselben Exemplars, ein wenig vergrössert

Fig. 5. *a* und *b* wie vorige Figur.

Fig. 6—11. Radiale Längsschnitte, natürliche Grösse.

In Fig. 10 sind die einzelnen Theile durch Buchstaben bezeichnet, nämlich: *a* Aussenwand, *g* Gallertschicht, *i* Innenwand der Peridie. *b* Basalstück, *k* Kegel, *s* Stiel, *sp* Stielspitze, *gb* Gleba.

Fig. 12. Reifes Exemplar, mit beinahe vollständig gestrecktem Stiel, von aussen gesehen. Die Figur, wenn auch nur eine mittelmässige Skizze, mag wenigstens ein etwas naturwahreres Bild des Pilzes geben als die in allen Büchern wiederkehrenden Copien von Schäffer's (Fung. Bavar.) Taf. 330.

Fig. 13. Aehnliches Exemplar wie Fig. 12, halbirt. Die Kammern des untersten Theiles vom Stiel noch nicht aufgerichtet.

Fig. 14. Hyphen, mit oxalsaurem Kalk incrustirt, und kugelige blasige Zellen, welche eine krystallinische Kugel dieses Salzes enthalten, tragend; von der Oberfläche eines stärkeren Myceliumstranges.

Fig. 15. Stuck eines dünnen Querschnitts durch die Mitte der Gleba eines Fruchtkörpers auf der in Figur 7 dargestellten Entwickelungsstufe, bei durchfallendem Lichte gesehen. *s* Stiel, *k* Kegel, *i* innere Peridienwand. Die weissen (durchscheinenden) geschlängelten Streifen sind die Tramaplatten, die dunkeln die lufterfüllten Lücken zwischen ihnen.

Fig. 16. Basidien mit Sporen, aus dem in Fig. 8 dargestellten Exemplar. *a* mit 5 noch unausgebildeten Sporen, Basidie noch turgid. Die anderen schon sporentragenden Basidien zeigen schon collabirte, sehr blass contourirte Wände; *b* trägt 4, *c* und *d* 8, *f* 7 Sporen.

Fig. 17. Dunner Längsschnitt durch die Stielwand eines in dem Fig. 11 dargestellten Entwickelungszustand befindlichen Exemplars.

Fig. 18. Ein ebensolcher Schnitt durch die Wand der Stielbasis von Fig. 13. Die oberen Kammern schon aufgerichtet und aufgeblasen, die unteren noch zusammengefaltet. In * beginnt die Aufrichtung.

Figur 19, 20, 21. Phallus impudicus.

Halbirter Fruchtkörper, von der Schnittfläche gesehen. Naturliche Grosse. Fig. 19 und 20 nach Exemplaren welche in Alkohol aufbewahrt waren, Fig. 21 nach einem frischen Exemplar gezeichnet.

Die Erklärung dieser Figuren findet sich Seite 207 des Textes.

Tafel XXX.

Die Figuren auf Tafel XXX und XXXI gehören zu Syzygites megalocarpus, sind daher mit fortlaufenden Nummern bezeichnet.

Fig. 1. Gipfel eines reifen Sporenträgers (Sporodinia), dessen Sporen fast alle schon abgefallen sind, schwach vergrössert.

Fig. 2. (Vergr. 195). Drei Endästchen eines jungen Sporenträgers in sehr diluirter Zuckerlosung liegend, Sporangien mit halbreifen Sporen tragend.

Fig. 3. Umrisse reifer keimfähiger Sporen, alle 195fach vergrössert.

Fig. 4. Keimende Sporen, 24 Stunden nach Aussaat in einen Wassertropfen. Vergr. ungefähr 180fach.

Fig. 5. Zwei gekeimte Sporen, *a* etwa 200mal, *b* etwa 90mal vergrössert, 12 Tage nach Aussaat auf einen Hut vou Lactarius quietus? *a* hat nach beiden Seiten Schläuche getrieben, der eine zeigt einen Zweig, welcher in die Hutsubstanz eingedrungen war und beim Lospräpariren abgerissen ist; der andere ist am Ende angeschwollen zur Anlage eines Fruchtträgers. Der Keimschlauch von *b* theilt sich unmittelbar neben seiner Austrittsstelle aus der Sporenhaut in drei Aeste: zwei derselben, deren einer abgerissen ist, waren in den Hut eingedrungen. Der dritte erhob sich senkrecht und hat die Stärke und Gestalt eines jungen Fruchtträgers.

Fig. 6. Junger Zygosporenträger mit drei Fruchtkeulenpaaren, an seinem Grunde mit einem kurzen Stück Mycelium, schwach vergrössert. Die einzelnen Fruchtkeulen noch unerwachsen und ungetheilt. Das Präparat wurde nur soweit gezeichnet, als es ganz deutlich war; der eine Hauptast ist daher fast ganz und von vielen Gabelzweigen sind die Enden weggelassen.

Fig. 7. (Vergr. 195). Fruchtkeulenpaar mit sehr verdünnter Salzsäure behandelt. Die Querwände in und die noch undurchbrochene Scheidewand zwischen beiden Keulen deutlich.

Fig. 8. (Vergr. 195.) Fruchtkeule nach Behandlung mit verdünnter Salzsäure aus ihrer Verbindung mit einer anderen Keule losgelöst. Aus der in der Mitte offenen Scheidewand tritt das Protoplasma hervor.

Fig. 9. (Vergr. 195.) Junge Zygospore von ihren Suspensoren getragen.

Fig. 10. (Vergr. 390.) Stuck der Membran derselben Zygospore, freigelegt, schon die Schichtung der reifen Zygospore zeigend.

Fig. 11. Enddichotomien eines vollig reifen Fruchtträgers mit einem Paar kleiner Azygosporen. Vergr. etwa 95fach.

Die Figuren 1, 4, 5, 6 und 11 sind der Raumersparniss wegen nach doppelt so grossen Zeichnungen verkleinert.

Tafel XXXI.

Fig. 12. (Vergr. 195.) Kleine, cylindrische reife Zygospore.

Fig. 13. (Vergr. 195.) Reife Zygospore; Episporium kunstlich gesprengt, Endosporium aus dem Riss hervortretend. An der nach oben gekehrten Endfläche des Episporiums hängen Stücke der Membran des abgerissenen Suspensors.

Fig. 14. (Vergr. 195.) Dasselbe Endosporium wie in Fig. 13 freigelegt; Seitenansicht; Endflächen glatt, Seitenfläche warzig.

Fig. 15—18. Zygosporen, in Wasser gekeimt. Vergr. 195, nur in Fig. 17 schwächer, etwa 100fach.

Fig. 15—17 stellen verschiedene Entwickelungsstufen desselben Exemplars dar: Fig. 15. am 25. November 12 Uhr Mittags gezeichnet; Fig. 16 an demselben Tag 5 Uhr Nachmittags, Fig. 17 am 26. November 9 Uhr Morgens.

Fig. 18. Anderes Exemplar in Glycerin liegend.

Fig. 19. (Vergr. gegen 100fach.) Keimende Azygospore.

Mineralogische Notizen

von

Friedrich Hessenberg.

No. 6.

(Fünfte Fortsetzung.)

Mit 3 Tafeln.

Eisenglanz vom St. Gotthard.

Fig. 1—8

Das Rhomboëder 4 R, obgleich am Kalkspath eine so häufig auftretende Gestalt, ist dem gegenüber am Eisenglanze wohl eine der seltensten. Wenigstens fand ich sie in keinem Handbuch erwähnt, ausser bei Miller (Phill. Min. 1852), dessen Verzeichniss sie unter dem Zeichen 311 (m) enthält. Ich habe diese Fläche neuerdings ebenfalls beobachtet an Krystallen vom Gotthard und zwar unter Verhältnissen, welche ihr für das Formensystem des Minerals eine gewisse, seither unerkannt gebliebene Wichtigkeit beilegen. Letztere liegt darin, dass das genannte Rhomboëder nicht bloss als eine wohl einmal gleichsam zufällig aufgetretene untergeordnete Fläche und als eine zusammenhanglose Erscheinung dasteht, sondern dass vielmehr am alpinischen Eisenglanze neben ihr eine Reihe von nicht weniger als drei verschiedenen, seither gar nicht beachteten Skalenoëdern auftritt, welche zu jenem Rhomboëder 4 R in einer sehr nahen verwandschaftlichen Beziehung stehen, indem sie nämlich in der Kantenzone von 4 R gelegen und sämmtlich auf seiner Mittelkante errichtet sind, mit mehr oder weniger verlängerten Hauptaxen, sonach gemeinschaftlich unter das allgemeine Zeichen $4 R n > 1$ fallend.

Für gewisse Eisenglanzvorkommnisse in der südwestlichen, dem St. Gotthard-Hospiz benachbarten, Region des Gebirgstockes ist eines dieser Skalenoëder äusserst characteristisch, indem es dort fast an keinem Krystall fehlt. Die anderen beiden 4 R n treten dagegen am Hauptfundort der nordöstlichen (Tavetscher) Seite auf, am Berge Cavradi, als seltenere, aber in ihrem Combinationszusammenhang interessante,

in ihrer Ausbildungsweise zierliche und feine Erscheinungen. Betrachten wir diese Verhältnisse von Einem zum Anderen fortschreitend, zuerst an den Krystallen der letztgenannten Oertlichkeit nun etwas näher.

Eisenglanz vom Cavradi.

Die Cavradi-Eisenglanze gewähren in der That bei fortgesetztem Studium einen wachsenden Reichthum an Formen. Seit meinen in Heft V, p. 43 (Abh. Bd. IV. p. 223) dieser Notizen gemachten Mittheilungen erhielt ich aus einer berühmten alten Sammlung eine ungemein schöne Gruppe, an deren Krystallen zu acht seither schon bekannten Theilgestalten noch zwei neue Skalenoëder, $4R2$ und $4R^{11}/_{4}$ hinzutreten. In Fig. 3 findet sich diese Combination abgebildet, nämlich:

$$oR \,.\, R \,.\, 4R \,.\, \infty R \,.\, -2R \,.\, -\tfrac{1}{2}R \,.\, \tfrac{4}{3}P2 \,.\, \infty P2 \,.\, 4R2 \,.\, 4R^{11}/_{4}.$$

womit man die Zonenprojection Fig. 2 vergleichen wolle.

Wir haben also in dieser Combination, wie schon oben erwähnt, das seltene Rhomboëder $4R$ und zwei auf dessen Mittelkante errichtete Skalenoëder. Da zugleich diese Mittelkante durch die sechsseitige Säule zweiter Ordnung $\infty P2$ abgestumpft ist, so ergibt sich die viergliedrige Zone: $4R . 4R2 . 4R^{11}/_{4} . \infty P2$. Um sich eine deutlichere Vorstellung von der gegenseitigen Lage dieser steilen Formen für sich zu bilden, diene die Fig. 1, eine ideale Vereinigung der vier oben genannten Gestalten für sich allein, mit Hinweglassung der übrigen in Fig. 3 damit vereinigten Formen.

Was nun die zwei neuen Skalenoëder im Einzelnen betrifft, so zeichnet sich $4R2 = f = \tfrac{1}{2}a : \tfrac{1}{8}a : \tfrac{1}{6}a : c = 5\bar{1}3$ sowohl durch seine sehr schöne, spiegelglänzende die besten Messungen gestattende Ausbildung, als durch seinen die Bestimmung erleichternden, mehrseitigen, z. Th. sofort augenfälligen Zonenverband aus. Als Zonenglied zwischen $4R$ und $\infty P2$ gelegen, muss es nothwendig ein auf der Mittelkante von $4R$ errichtetes Skalenoëder, also des Zeichens $4Rn$ sein. Da seine Fläche aber auch, wie aus der Fig. 3 ersichtlich, zugleich die Kante zwischen $-2R$ oben und $\tfrac{4}{3}P2$ unten abstumpft, so leitet sich hieraus für n der Werth $= 2$ ab, somit das Zeichen $4R2$. Ausserdem fällt $4R2$ auch noch als Zonenglied zwischen R unten und $\tfrac{4}{3}P2$ oben, ein Verhältniss, welches in Fig. 3 verborgen bleibt, aber in der Projection Fig. 2 ersichtlich wird, so wie in derFig. 7, an welcher durch ver-

änderte Centraldistanzen andere Flächen zur gegenseitigen Berührung gelangen. Dies Bild bezieht sich auf einen Krystall an einem anderen Exemplar, und zwar an demselben, welches ich in diesen Notizen, V, p. 43 (Abh. d. Senck. G. IV. p. 223) besprochen habe, an welchem ich erst nachträglich auch noch die Fläche 4 R 2 aufgesucht und gefunden habe. [1])

Alle diese Zonenverhältnisse haben ihre Bestätigung am Goniometer und die Bestimmung des Zeichens 4 R 2 ihre weitere Begründung direct in der Vergleichung der Messungsergebnisse mit den Rechnungsresultaten gefunden.

Nimmt man mit v. Kokscharow die Endkanten des Hauptrhomboëders = 86° 0′ an, so ergibt die Rechnung:

für das Rhomboëder 4 R, die Endkante = 62° 24′ 18″, gemessen = 62° 21′
die Neigung zu oR = 99° 0′ 36″ „ = 99° 3′
für das Skalenoëder 4R2, die kürzere Polkante X = 92° 37′ 38″
die längere „ Y = 152° 18′ 48″, gemessen = 152° 25′
die Mittelkante Z = 146° 18′ 11″ „ = 146° 6′ [2])

Unsere Combination Fig. 3 zeigt ferner zwischen 4 R 2 und ∞ P 2 das noch steilere Skalenoëder 4 R $^{11}/_4$ (v). Es tritt an sehr vielen Stellen der Stufe auf, meistens aber parallel der Zonenaxe etwas cylindrisch, also wie mit dem Bestreben, in ∞ P 2 überzugehen. An einigen Stellen sind diese kleinen Flächen jedoch eben, konnten daher gemessen und hieraus ihr Zeichen berechnet werden, wozu hinreichende Zonenverhältnisse sonst nicht vorhanden sind.

Es wurde nämlich die Mittelkante Z des gesuchten Skalenoëders gefunden = 155° 6′, zwar nicht direct, aber aus der Neigung zu 4 R = 161° 15′. Da 4 R : 4 R = 117° 35′ 42″, so würde für die gesuchte Skalenoëder-Mittelkante 155° 6′ folgen. Dies entspricht nun aber ganz nahe zutreffend dem Erforderniss eines Skalenoëders mit dem Zeichen:

---

[1]) An diesem Krystall, Fig. 7, tritt noch eine andere interessante Erscheinung hinzu. Es zeigt sich in der Zone — 2 R. 4 R 2. $^4/_3$ P 2, zwischen letzteren beiden noch eine Fläche. Sie gehört dem Skalenoëder R 3, dieser am Kalkspath so häufigen Theilgestalt an. In der Projection Fig. 2 ist sie einmal eingezeichnet worden.

[2]) Am Kalkspath kommt nach Zippe 4 R 2 untergeordnet in Combinationen, aber nicht häufig vor. In seiner Tabelle S. 150 gibt er dafür die Kantenwerthe an, jedoch für X und Z sehr irrig. Es findet sich nämlich angegeben: Y = 152° 29′, anstatt 152° 28′ 49″
X = 88° 57′ „ 93° 16′ 23″
Z = 144° 29′ „ 144° 7′ 58″

$$4 R^{11}/_4 = {}^2/_7 a : {}^1/_{11} a : {}^2/_{15} a : c = 13\bar{2}\bar{9}$$

denn für dieses berechnen sich die Kantenwerthe wie folgt:

Endkante X = 96° 30′ 12″
„ Y = 143° 47′ 34″
Mittelkante Z = 155° 9′ 30″ [3])

Wie die Fig. 3 zeigt, findet sich an der Stufe die Mittelkante Z durch das Prisma zweiter Art ∞ P 2 abgestumpft. Des letzteren Flächen treten einigemal in sehr ansehnlicher Ausdehnung auf, gut gebildet, doch unter den übrigen, sämmtlich äusserst glänzenden Theilgestalten als die einzige, welche nur einen unvollkommenen Halbglanz und leichtwellige Unebenheiten zeigt. Das erste Prisma ∞ R ist zwar, eben so wie das ihm angrenzende 4 R, nur linienähnlich schmal, aber Beide vollkommen glänzend. Auf o R fehlt auch hier der bekannte schöne Rutil nicht.

Eisenglanz von der Südseite des St. Gotthardstockes.

Nachdem ich einmal an den Cavradi Krystallen das Auftreten einer mehrgliedrigne Kantenzone des Rhomboëders 4 R erkannt hatte, warf sich mir von selbst auch die Frage auf, ob nicht an den tafelförmigen Krystallen der, der Gotthard-Hauptstrasse näher benachbarten Fundstätten (Fibbia, Sella, Lucendro) gewisse, seither wenig beachtete skalenoëdrische Flächen als Glieder in dieselbe Reihe gehören möchten. Die Krystalle, welche ich meine, sind die wohl sehr bekannten glänzenden prächtigen Gruppen, mit theils parallel verwachsenen, theils aber auch hahnenkammförmig aggregirten Individuen, im letzteren Falle wohl auch einem eingerollten Krebs- oder Trilobitenschwanz nicht unähnlich, zuweilen von ein paar Zollen Durchmesser. Wesentlich hexagonale mehr oder weniger dicke Tafeln, aus o R. ∞ P 2 mit Spuren von $^4/_3$ P 2 gebildet, tragen sie aber fast stets an den Ecken kleine skalenoëdrisch gelegene Flächen, oft auch noch sehr untergeordnet das erste Prisma ∞ R. Fig. 4 stellt die Art der Gruppirung und die Fig. 5, 6 u. 8 einzelne dieser Krystalle vor. Die erwähnten Skalenoederflächen sind zwar stets lebhaft glänzend, aber von einer eigenthümlichen bauchig aufgebläheten und in Kurven feingestreiften Beschaffenheit, so wie dies in Fig. 6 anzudeuten versucht worden ist. Wären die Flächen ohne Ausnahme

---

[3]) Am Kalkspath ist 4 R $^{11}/_4$ noch nicht bekannt.

derartig, so würde eine Messung und Bestimmung freilich nicht thunlich sein. Glücklicherweise finden sie sich jedoch manchmal auch eben, an Stufen, dergleichen sich z. B. im Besitz des Herrn Dr. Scharff mehrere vorfinden. Es sind Gruppen aus sehr dicken Tafeln, die Randflächen unvollkommen glatt, die basischen Endflächen glänzend, aber rosenförmig gruppirt, etwas schüsselförmig eingesenkt. Mit Adular und Quarz sich gegenseitig behindernd. Diese Krystalle habe ich am Reflexionsgoniometer annähernd gut messen können und mich überzeugt, dass die Vermuthung, das in Gestalt jener kleinen Flächen auftretende Skalenoëder werde ebenfalls in die Kantenzone von $+4R$ fallen, vollkommen gegründet war.

Doch ist es keines der beiden vorhin betrachteten Skalenoëder $4R2$ und $4R^{11}/_{4}$, sondern wieder ein neues, nämlich:

$$4R^{3}/_{2}\,(w) = a : {}^{1}/_{6}a : {}^{1}/_{5}a : c = 41\bar{2}$$ [1])

also ein weniger steiles, dem eingeschriebenen Rhomboëder $4R$ näher liegendes als jene beiden. Für dieses Skalenoëder berechnet sich:

Die Endkante	$X = 95^{0}\,18'\,10''$		
„ „	$Y = 162^{0}\,13'\,7''$;	gemessen $= 162^{0}\,45'$	
„ Mittelkante	$Z = 136^{0}\,1'\,24''$;	gemessen	$4R^{3}/_{2} : \infty P2 = 158^{0}$
		hieraus folgt	$(158-90) \times 2 = 136$ für Z.
„ Neigung $4R^{3}/_{2} : oR =$	$96^{0}\,30'\,12''$;	gemessen $= 97^{0}$.	

Kehren wir zu dem allgemeinen Gesichtspunkt, aus welchem wir diese Studien an Gotthardær Eisenglanzen eingeleitet haben, nochmals zurück, so müssen wir zugestehen, dass die Kantenzone von $4R$, welche, wenngleich in räumlich untergeordneter Flächenausdehnung, doch so vielgliedrig in den Gestalten $4R$. $4R^{3}/_{2}$. $4R2$. $4R^{11}/_{4}$. $\infty P2$ auftritt, und wiederkehrt an Fundorten des Gotthardær Gebirgstocks, welche drei geographische Meilen in gerader Linie auseinander liegen, nicht ohne Wichtigkeit für die Betrachtung des Gestaltenreichthums ist, welcher dieses schöne Mineral in den alpinischen Regionen ziert.

Ergänzt man das im Jahr 1858 von Miller gegebene, 32 Eisenglanzflächen umfassende Verzeichniss durch Hinzufügung der in diesen Mineralogischen Notizen neu eingeführten $\infty P^{3}/_{2}\,(\delta)$. $4R2\,(f)$. $4R^{11}/_{4}\,(v)$. $4R^{3}/_{2}\,(w)$, so erhält man 36 Gestalten in folgender Uebersicht und in Symbolen nach Naumann, Weiss, Miller und Levy.

---

[1]) Nach Zippe am Kalkspath eine sehr seltene Form, von Haidinger an englischen Krystallen beobachtet. (Fig. 6 bei Zippe.)

Flächen des Eisenglanzes.

Endfläche	o	oR	$\infty a : \infty a : \infty a : c$	111	a^1
Hexagonale Prismen .	a	$\infty P 2$	$a : \frac{1}{2} a : a : \infty c$	$01\bar{1}$	d^1
	b	∞R	$\infty a : a : a : \infty c$	$2\bar{1}\bar{1}$	e^2
Dihexagonale Prismen	h	$\infty P \frac{5}{4}$	$a : \frac{1}{5} a : \frac{1}{4} a : \infty c$	$3\bar{1}\bar{2}$	$d\, d^{1/2}\, b^{1/3}$
	δ	$\infty P \frac{3}{2}$	$a : \frac{1}{3} a . \frac{1}{2} a : \infty c$	$5\bar{1}\bar{4}$	$d\, d^{1/4}\, b^{1/5}$
Rhomboëder, positive	m	$4R$	$\infty a : a : a : 4c$	$3\bar{1}\bar{1}$	e^3
	l	$\frac{5}{2} R$	$\infty a : a : a : \frac{5}{2} c$	$4\bar{1}\bar{1}$	e^4
	r	R	$\infty a : a : a : c$	100	P
	Φ	$\frac{5}{8} R$	$\infty a : a : a : \frac{5}{8} c$	611	a^6
	d	$\frac{1}{2} R$	$\infty a : a : a : \frac{1}{2} c$	411	a^4
	u	$\frac{1}{4} R$	$\infty a : a : a : \frac{1}{4} c$	211	a^2
	λ	$\frac{1}{16} R$	$\infty a : a : a : \frac{1}{16} c$	655	$a^{6/5}$
Rhomboëder, negative	y	$-\frac{1}{8} R$	$\infty a' : a' : a' : \frac{1}{8} c$	233	$a^{2/3}$
	μ	$-\frac{1}{5} R$	$\infty a' : a' : a' : \frac{1}{5} c$	122	$a^{1/2}$
	c	$-\frac{1}{4} R$	$\infty a' : a' : a' : \frac{1}{4} c$	255	$a^{2/5}$
	γ	$-\frac{2}{7} R$	$\infty a' : a' : a' : \frac{2}{7} c$	133	$a^{1/3}$
	e	$-\frac{1}{2} R$	$\infty a' : a' : a' : \frac{1}{2} c$	011	b^1
	η	$-R$	$\infty a' : a' : a' : c$	$\bar{1}22$	$e^{1/2}$
	♃	$-\frac{3}{2} R$	$\infty a' : a' : a' : \frac{3}{2} c$	455	$e^{4/5}$
	s	$-2R$	$\infty a' : a' : a' : 2c$	$\bar{1}11$	e^1
	p	$-5R$	$\infty a' : a' : a' : 5c$	$\bar{3}22$	$e^{3/2}$
Hexagonale Pyramiden	z	$4 P 2$	$\frac{1}{2} a : a : \frac{1}{2} a : c$	$17\bar{5}$	$b^{1/5}\, d^1\, d^{1/7}$
	x	$\frac{10}{3} P 2$	$\frac{3}{5} a : \frac{3}{10} a : \frac{3}{5} a : c$	$16\bar{4}$	$b^{1/4}\, d^1\, d^{1/6}$
	n	$\frac{4}{3} P 2$	$\frac{3}{2} a : \frac{3}{4} a : \frac{3}{2} a : c$	$13\bar{1}$	e_3
	π	$\frac{2}{3} P 2$	$3a : \frac{3}{2} a : 3a : c$	021	b^2
	q	$\frac{1}{3} P 2$	$6a : 3a : 6a : c$	231	$b^{1/2}\, b^{1/3}\, b^1$
Skalenoëder, positive .	k	$R 3$	$a : \frac{1}{3} a : \frac{1}{2} a : c$	$02\bar{1}$	d^2
	t	$\frac{1}{4} R 3$	$4a : \frac{4}{3} a : 2a : c$	031	b^3
	i	$\frac{2}{5} R 3$	$\frac{5}{2} a : \frac{5}{6} a : \frac{5}{4} a : c$	$51\bar{1}$	e_5
	g	$\frac{1}{4} R 5$	$2a : \frac{4}{5} a : \frac{4}{3} a : c$	$41\bar{1}$	e_4
	f	$4 R 2$	$\frac{1}{2} a : \frac{1}{8} a : \frac{1}{6} a : c$	$5\bar{1}3$	$b^{1/5}\, d^1\, d^{1/3}$
	v	$4 R \frac{11}{4}$	$\frac{2}{7} a : \frac{1}{11} a : \frac{2}{15} a : c$	$13\,\bar{2}\bar{9}$	$b^{1/13}\, d^{1/2}\, d^{1/9}$
	w	$4 R \frac{3}{2}$	$a : \frac{1}{6} a : \frac{1}{5} a : c$	$4\bar{1}\bar{2}$	$b^{1/4}\, d^1\, d^{1/2}$
Skalenoëder, negative	λ	$-\frac{1}{2} R 3$	$2a' : \frac{2}{3} a' : a' : c$	$21\bar{1}$	e_2
	ξ	$-\frac{1}{2} R 5$	$a' : \frac{2}{5} a' : \frac{2}{3} a' : c$	$13\bar{2}$	$b^{1/2}\, d^1\, d^{1/4}$
	β	$-2 R 3$	$\frac{1}{2} a' : \frac{1}{6} a' : \frac{1}{4} a' : c$	133	$e^{1/3}$

Zinkblende.

Fig. 17, 19 u. 20 aus Cumberland, Fig. 18 aus Schemnitz.

An den zahlreichen Blende-Krystallen zweier Stufen in meinem Besitz, von weit auseinander liegenden Fundorten, Schemnitz und Cumberland, habe ich das seither an diesem Mineral nicht gekannte Triakistetraëder $\frac{2O2}{2}$ [5]) in gut gebildeten Flächen beobachtet. Die Fig. 18 gibt die Form der Krystalle von Schemnitz, Fig. 17 die der Cumberländischen.

Mit $\frac{2O2}{2}$ ist nicht zu verwechseln jenes andere Triakistetraëder, nämlich $\frac{3O3}{2}$, vergl. Fig. 17, welches mit seinen zwischen die Dodecaëderflächen keilförmig eingeschobenen, meist etwas gerundeten Flächen eine allbekannte, ungemein häufige Erscheinung bei der Zinkblende ist. Vergl. Fig. 41. Naumann's Min. v. 1828; Quenstedt's Handb., u. a. a. O. Denn, verschieden hiervon, kommt unser $\frac{2O2}{2}$ abstumpfend auf die Combinationskante je zweier angrenzenden Dodecaëderflächen ∞O selbst zu liegen, ist also durch seine parallelkantige Begrenzung äusserst leicht von den conisch gestalteten $\frac{3O3}{2}$ Flächen zu unterscheiden, bestimmt sich auch sofort in seiner Bedeutung nach erfolgter Beobachtung dieser tautozonalen Lage zwischen zwei Flächen ∞O und andrerseits als Reihenglied zwischen einer Würfel- und einer Tetraëderfläche. Angestellte Messungen haben indessen wenigstens bei dem englischen Vorkommen zum Ueberflusse noch den zukömmlichen Neigungswerth von $\frac{2O2}{2}$ gegen $\infty O \infty$ mit 144° 44′, bestätigt.

An der Schemnitzer Stufe tritt $\frac{2O2}{2}$ in folgender Combination, Fig. 18, auf:

$$\frac{O}{2} \cdot - \frac{O}{2} \cdot \infty O \cdot \infty O \infty \cdot \frac{2O2}{2} \cdot - \frac{3O3}{2} \cdot \frac{2O}{2}$$

Es sind ungemein zierliche, glänzend schwarze Zwillingskrystalle, die grössesten von 5 Mm. Durchmesser. Die Differenzirung der beiden Tetraëder $-\frac{O}{2}$ und $+\frac{O}{2}$ ist,

---

[5]) In Abth. I. (1856) dieser Min. Notizen (Abh. d. Senck. Ges. Bd. II, p. 183) hat sich bei der Aufzählung der bis damals beobachtet gewesenen Zinkblendeflächen das Zeichen $\frac{2O2}{2}$ nur in Folge eines Druckfehlers anstatt $\frac{O2}{2}$ eingeschlichen.

bei allem Glanz, der Beiden eigen ist und trotz ihres räumlichen Gleichgewichts doch recht deutlich, da $-\frac{0}{2}$ dreiseitig gleichlaufend mit den 0-Kanten linirt, $+\frac{0}{2}$ aber vollkommen stetig glänzend ist. Auch die Würfel- und Dodecaëderflächen, obgleich von untergeordneter Ausdehnung, theilen diesen Glanz. Nur $\frac{202}{2}$ verhält sich anders. Es ist zwar eben, aber matt, fein rauh, dabei oft mit wahrnehmbarer Anlage zu einer Furchung parallel der Begrenzungskante mit $\infty 0$. In dieser Weise zeigt sich die Fläche $\frac{202}{2}$ an der überdrusten Stufe unzähligemal, ja überall, wo man nur eben hinblickt; denn die Zahl der deutlich ausgebildeten Krystalle ist ungemein gross.

Die Flächen des ebenfalls ein Glied der Combination bildenden Deltoidodecaëders $\frac{20}{2}$ sind linienschmal auf der Kante zwischen $\frac{0}{2}$ und $\infty 0$, wurden aber gemessen und bestätigt mit 166° 22′ Neigung zu $\infty 0$. Endlich ist noch zu bemerken ein Gegen-Triakistetraëder $-\frac{m0m}{2}$, da es matt ist nach bloser Augenschätzung wahrscheinlich $-\frac{303}{2}$, welches einer der Krystalle zusammen mit $\frac{202}{2}$ recht gut gebildet zeigt.

Die Cumberländer Stufe ist zwar von weniger elegantem Ansehen, weil die Krystalle nicht wie eine drusige Decke ausgebreitet, sondern in ziemlich unregelmässig gestalteten einzelnen Gruppen aufgehäuft sind. Doch vereinigen sie ein noch tieferes Schwarz mit dem höchsten Grad des Glanzes und einzelne erfreuen durch eine fast modellmässige Regelmässigkeit, welche die Analyse ihrer nicht allzu complicirten Gestaltencombination um so mehr als eine leichte Aufgabe erscheinen lässt. Es finden sich hier zusammen (vergl. Fig. 17):

$$\infty 0 \infty . \ \infty 0 . \ -\frac{0}{2} . \ \frac{303}{2} . \ \frac{202}{2} .$$

Man hat hier den Vortheil, die beiden Triakistetraëder, nämlich das seither bekannte $+\frac{303}{2}$ mit dem neuen $+\frac{202}{2}$ zusammen combinirt und sich mit einer deutlichen Kante an einander absetzen zu sehen. Dabei ist ihre Flächenbeschaffenheit ungemein verschieden; $\frac{303}{2}$ ist matt, aber sehr eben; $\frac{202}{2}$ sehr glänzend, aber meistens mit einer Anlage zu cylindrischer Krümmung um die Axe der Zone $\infty 0 \infty . \frac{303}{2} . \frac{202}{2}$ herum, während hie und da eine leichte Furchung normal zu genannter Zonenaxe jener Krümmung nachläuft. Manche Krystalle zeigen jedoch $\frac{202}{2}$ eben,

und an einem solchen fand sich, wie schon oben erwähnt, ein gutes Spiegelbild unter 144° zu $\infty 0 \infty$, statt der zukömmlichen 144° 44′. Es finden sich Krystalle wo $\frac{202}{2}$ grösser als alle anderen, somit zur vorherrschenden Fläche ausgedehnt erscheint, wie es die Fig. 19 u. 20 darstellen, wobei sie dann allerdings, obgleich lebhaft glänzend und für das Auge nach ihren Zonenverhältnissen richtig angelegt, doch nicht spiegelmässig eben ist.

Als Begleiter finden sich bei dem Schemnitzer Exemplar: Bleiglanz in schönen $\infty 0 \infty . 0.$, Pyrit, Eisenspath, Quarz; an dem Cumberländer: mikrokrystallinischer Quarz, Bitterspath und Kalkspath.

Malachitspath.

Einige Beobachtungen an Malachitkrystallen von Rezbanya habe ich 1860 in diesen Notizen, Nr. 3, S. 31, Abh. d. Senck. Ges. Bd. III. S. 285, mitgetheilt und in der Absicht erörtert, über die noch etwas zweifelhaft gebliebene Krystallreihe des Malachits Aufklärung zu erlangen. Die Zweifel über das System, die seitherige Unmöglichkeit, die parametrischen Elemente zu vervollständigen, hatten ihre Ursache nicht allein in der Seltenheit messbarer Malachitkrystalle überhaupt, sondern insbesondere im Mangel deutlicher und messbarer Flächen in derjenigen Anzahl und gegenseitigen Lage, wie sie zur Systembestimmung erforderlich sind. Man war in neuerer Zeit geneigt, das Mineral als monoklinisch zu betrachten; aber die vollständige Bestimmung einer monoklinen Pyramide und folglich auch einer jeden Krystallreihe dieses Systems setzt nicht mehr und nicht weniger als drei von einander unabhängige Beobachtungselemente voraus (Naumann, Lehrb. d. Kr. II, S. 73). Die am Malachit erhaltenen zuverlässigen Neigungswerthe beschränkten sich aber auf nur zwei von einander unabhängige, nämlich auf den des Prismas ∞P und auf den, welchen man als dem schiefen Axenwinkel C entsprechend betrachtete. Eigentlich beruhte die Annahme eines monoklinischen Systems unter diesen Umständen doch immer nur auf einer sich blos auf den äusserlichen Habitus, namentlich der Zwillinge, stützenden Vermuthung.

Mohs (Naturgesch. v. Mohs u. Zippe, II, S. 175), welcher den Malachit für hemiorthorhombisch gehalten, gibt zwar eine Pyramide als beobachtet an und hat sie auch als Grundform berechnet. Dieser Berechnung liegen aber nicht etwa Messungen der

Pyramidenflächen selbst, welche er ja als gekrümmt angibt, zu Grunde, sondern eben nur jene Voraussetzung rechtwinkeliger Axen und die für diesen Fall allerdings genügenden zwei vorhin erwähnten Beobachtungselemente. Sobald aber die Voraussetzung rechtwinkeliger Axen, wovon wir uns demnächst überzeugen werden, den Messungsergebnissen gegenüber nicht mehr haltbar erscheint, so kann auch die Berechnung der Grundform nicht mehr zutreffen.

Die neuesten chemischen und krystallographischen Untersuchungen sind von A. Nordenskiöld im Jahr 1855 an Malachitkrystallen von Nischni-Tagilsk angestellt und in: Acta Societatis scientiarum Fennicae, tom. IV, p. 607 ff. in Schwedischer Sprache und mit Abbildungen begleitet veröffentlicht, aber wie es scheint nicht in verdienter Weise bekannt geworden, da man sie an keinem andern Orte erwähnt findet, als in der 5. Auflage der Elemente der Mineralogie des Herrn Professor Naumann, welchem hochverehrten Freunde ich auch die gütige Mittheilung des Originales verdanke. Nordenskiöld hat zwar ausserdem, dass er das Prisma und die Schiefe der Hauptspaltfläche nachmass, auch noch Messungen an einer der beiden von ihm beobachteten Pyramiden gemacht und diese mit benutzt, um Grunddimensionen ($a : b : c = 1 : 0{,}8716 : 0{,}5195$; $\angle C = 61^\circ\, 57'$) abzuleiten; allein jene Pyramidenflächen waren an den wenigen messbaren Krystallen, welche sich ihm darboten, stets so gekrümmt, und die auf sie und das Verhältniss zwischen Hauptaxe und Orthodiagonale bezüglichen Neigungswerthe so schwankend, dass er seine Resultate selbst nur für ganz approximative erklärt.

Kürzlich habe ich das Glück gehabt, an zwei alten Exemplaren von Rheinbreitenbach[6]) so geartete Malachitkrystalle zu begegnen, dass dem seitherigen Mangel abgeholfen ist. Dadurch dass diese Krystalle es ermöglichten, ausser den seither schon bekannten Neigungswerthen auch noch ein Orthodoma mit Schärfe zu messen, war alles gewonnen, was zur sicheren Berechnung der Grundform bisher gefehlt hatte.

Die beiden Rheinbreitbacher Stufen haben als Träger des Malachits den bekannten löcherigen, mit Eisenoxydhydrat durchzogenen Kiesel, welchen man unförmlich nennen müsste, stellten sich nicht die Löcher und Kammern bei näherer Betrachtung eigentlich als unzweifelhafte pseudomorphe Hohlräume heraus, hinterlassen von einem verschwundenen krystallisirten Mineral (Kalkspath? Schwerspath?), und deren Wände

---

[6]) Nach gefälliger Mittheilung des Herrn Dr. Krantz wurden Malachitkrystalle zu Rheinbreitenbach im Jahr 1825, seitdem aber nicht wieder gewonnen.

dann wieder durch kleinkrystallinische Quarz- und Chalzedonbildungen überzogen und überwuchert worden sind. In diesen sehr verschieden grossen Hohlräumen sitzt bekanntlich der Malachit oft in Begleitung von Lunnit (Phosphorchalcit), beide Mineralien die Räume entweder ganz erfüllend oder auch nur theilweise, wo sie dann frei auskrystallisiren konnten. Am einen Exemplar (I), welches ich unlängst aus einer alten Sammlung erworben habe, findet sich der Malachit in einer Anzahl drusig parallel übereinander gruppirter, glänzender Krystalle, sehr verkürzt in der Hauptaxe, aber von 4 Mm. orthodiagonaler Länge, zusammen mit Lunnit, die ganze Anordnung etwa so, wie in Fig. 14 ungefähr darzustellen versucht worden ist. Das andere Exemplar, seit vielen Jahren Eigenthum des Senckenbergischen Museums, tragt eine Gruppe, 19 Mm. lang, 18 breit, bestehend aus nur zwei prachtvollen, ¾ Zoll grossen Malachitkrystallen, ohne Begleitung von Lunnit. Dieses Exemplar (II) sieht ungefähr so aus, wie die in natürlicher Grösse skizzirte Fig. 16.

Der Lunnit in kugeligen, innerlich strahligen Formen am Exemplar I, Fig. 14 zeigt sich als das ältere Mineral. Er hat einen anderthalb Zoll grossen Hohlraum zuerst halb ausgefüllt. Den alsdann noch übrigen freien Raum hat seinerseits der Malachit abermals etwa zur Halfte erfüllt und sich dabei zum Theil an den schon vorhandenen Lunnit angelegt; die Krystalle des Malachit schneiden an den sphärischen Gestalten des Lunnit ab. Sie sind gras- und smaragdgrün ins schwärzliche, im ausgezeichnetsten Grade wie Glimmer spaltbar in der Richtung der basischen Endfläche oP (welche dadurch einen starken Perlmutterglanz besitzt), drusig in deutlichen, lebhaft glänzenden, gruppenweise annahernd parallel zusammenverwachsenen Krystallen von 4 Mm. Breite und 1 Mm. Höhe.

Am Exemplar II finden sich nur zwei ziemlich gleich grosse Krystalle, und zwar ohne Begleitung von Lunnit, den Hohlraum im Kieselgestein für sich allein etwa halb erfüllend. Stalactitische Aestchen und Fäden klaren Quarzes, wie aus Kandiszucker fein krystallisirt, an jenem Fundorte gewohnte Erscheinungen, berühren auch zum Theil die Malachitkrystalle und sind jüngerer Entstehung. Nur die Flächen des Prisma und die dem Blätterbruch parallelen, hier zwillingisch gegenüber liegenden Flächen (Fig. 16 u. 12) sind schön gebildet; imUebrigen sind diese durch ihre Grösse merkwürdigen Krystalle doch flächenärmer und fragmentarischer, als die kleinen der Stufe I, erscheinen auch in ihrem auf Bruchflächen entblössten Inneren als nicht stetig, sondern verworren krystallinisch gefügt. Ein Theil der Messungen konnte daher allerdings besser an den kleinen Krystallen geschehen: dennoch aber findet sich bei den

zwei grossen ein wichtiger und für den Zweck parametrischer Studien entscheidend hülfreicher Umstand. Diese Krystalle sind nämlich Zwillinge, aber nicht nach dem seither bekannten Gesetz gleichlaufend mit $\infty P \infty$ verbunden, sondern nach dem Orthodoma $+P\infty$. Aus Fig. 12, in welcher die Schraffirung lediglich die Lage des Blätterbruchs bezeichnet, wird man dies näher ersehen. Nun ist klar, dass wenn man im Stande ist, an diesen Zwillingen die Neigung der zwei Flächen $oP : d^0$ zu messen, man dadurch auch die Neigung von $oP : P\infty$ gewonnen hat, welche das Complement des halben Winkels $oP : d^0$ sein muss. Damit ist ja aber gerade das längst entbehrte zur Berechnung nothwendige dritte Beobachtungselement gewonnen.

Kehren wir jedoch zum Ausgang der Untersuchung an den kleinen einfachen Krystallen der Stufe I zurück, welche sich in der Fig. 11 von vorne, in Fig. 10 von neben dargestellt finden. Folgende sind die Theilgestalten, welche diese Krystalle dargeboten haben und von welchen nur die vier ersten bisher angegeben zu werden pflegten.

$$\underset{c}{oP} \,.\, \underset{a}{\infty P\infty} \,.\, \underset{b}{\infty P\infty} \,.\, \underset{m}{\infty P} \,.\, \underset{x}{P\infty} \,.\, \underset{y}{2P\infty} \,.\, \underset{d}{P\tfrac{3}{2}} \,.\, \underset{e}{2P2}\,.$$

Diese Flächen erscheinen mit folgenden Eigenschaften:

oP (c) Die basische Endfläche. Perlmutterglänzend, ausgezeichnet blätterig, vollkommen eben und spiegelnd.

$\infty P\infty$ (a) Das Orthopinakoid. Sehr eben, spiegelnd. Schmal, an manchen Krystallen fehlend.

$\infty P\infty$ (b) Das Klinopinakoid, mit gleichen Eigenschaften. Zweite Spaltrichtung, lange nicht so blätterig und glänzend, als die nach oP.

∞P (m) Das Protoprisma, gleichfalls eben und glänzend. Sehr wenig verlängert, daher der niedrige Habitus der Krystalle.

$P\infty$ (x) Ein positives Hemidoma, als ächte Krystallfläche nicht beobachtet; beherrscht aber den Habitus als Resultat eines treppig wechselnden Auftretens von $P\frac{3}{2}$. Hauptsächlich jedoch als Zwillingsebene von Wichtigkeit.

$2P\infty$ (y) Positives Hemidoma. Klein, weniger glänzend, doch ein zur Messung genügendes Bild liefernd.

$P\frac{3}{2}$ (d) Positive Hemipyramide. Nicht breit und stetig gebildet, sondern die beiden Flächen von hüben und drüben in vielfach wiederholten Treppenstufen wechselnd, welche aber für sich messbar sind. Bilden zusammen eine, den Habitus wesentlich mitbestimmende, sehr in die Augen fallende, gefurcht cylindrische Wölbung.

2 P 2 (e) Positive Hemipyramide. Unvollkommen, noch zweifelhaft, nur in einmaligem Auftreten beobachtet. Die Beschaffenheit erlaubt keine Messung, sondern nur eine vermuthungsweise Schätzung der Lage.

Für die Berechnung der Grunddimensionen benutzte ich folgende durch Messung erhaltene vier Werthe, welche bei der guten Beschaffenheit der Flächen und der allseitigen Sorgfalt mit welcher verfahren wurde, als der Wahrheit äusserst nahe stehend betrachtet werden dürfen. Für das Prisma ∞P habe ich ausser den Krystallen von Rheinbreitenbach auch die von mir früher beschriebenen von Rezbanya aufs Neue gemessen und die ganz übereinstimmenden Resultate mit in die Rechnung gebracht.

∞P∞ : ∞P∞ = 90°

∞P : ∞P über ∞P∞ = 104° 20′ [7])

oP : ∞P∞ = 118° 10′; suppl. = 61° 50 [8]) = ∠ C

oP : d° am Zwilling = 55° 50′ [9]); woraus folgt:

$$oP : P\infty = 180^0 - \frac{55^0\,50'}{2} = 152^0\,5'$$

---

[7]) Es wurde nämlich gefunden:

1. An einem schonen kleinen Krystall von Rheinbreitenbach bei sechs verschiedenen Neueinstellungen und zahlreichen Ablesungen:

	104° 20′
	104° 18′
	104° 20′
	104° 23′
	104° 21′
	104° 21′
Mittel	104° 20′

..nem Krystall von Rezbanya:

	104° 22′
	104° 19′
	104° 17′
	104° 25′
Mittel	104° 21′

3. An einem zweiten von daher: 104° 20′

[7]) Nach den älteren Angaben von Mohs sollte das Hauptprisma = 103° 42′ sein; Nordenskiold dagegen findet 104° 52′ am Malachit von Nischni-Tagilsk. Man darf diese starken Abweichungen wohl auf Rechnung der wenig vollkommenen Krystalle setzen, welche diesen Forschern zu Gebote standen.

[8]) Uebereinstimmend bei drei sehr genauen Messungen an einem schonen Krystall von Rheinbreitenbach (dem so eben sub. 1. erwähnten). Mohs gab 61° 49′; Nordenskiöld 61° 57′.

[9]) Hierbei dienten die zwei schönen grossen Krystalle aus der Senckenbergischen Sammlung, Fig. 16. Sie wurden sorgfältigst justirt und centrirt; das Instrument war in 24 Fuss Entfernung vom Fenster aufge-

Die sich hier darstellende gute Uebereinstimmung zwischen den beiden. unter sich doch keineswegs parallel orientirten, daher als zweierlei Körper ganz differenten Doppelkrystallen war eine erfreuliche Wahrnehmung. Sie beweist vorerst die Gesetzmässigkeit der Zusammenfügung an sich, d. i. die krystallonomische Zwillingigkeit derselben, und zwar nach einer anderen Theilungsrichtung als die bisher bekannte. Die Erkennung dieser Richtung als gleichlaufend mit dem Orthodoma P̄∞ ist nicht schwer, da sie ungefähr durch die Messungen an einfachen Krystallen ermittelt werdan kann, aber doch nur ungefähr, weil die hintere Region an den Krystallenden stets mangelhaft ausgebildet ist. Für diese ungefähre Kenntniss der Lage von P̄∞ gewinnt man aber nun durch die Ermittelung der Neigung der beiden vortrefflichen basischen Flächen oP und d⁰ eine genaue Correctur und damit zugleich die Vervollständigung der uns zur Berechnung des Malachitsystems erforderlichen Anzahl von drei unter sich unabhängigen Beobachtungsdaten.

Indem nun also die oben verzeichneten Werthe zur Berechnung der Grundform benutzt wurden, stellte sich als Ergebniss Folgendes heraus.

Der Malachit krystallisirt monoklinisch; der schiefe Neigungswinkel C ist nach directer Messung = 61° 50′ und es finden sich:

Hauptaxe c = 0,468191
Klinodiagonale b = 1
Orthodiagonale a = 1,13559

Adoptiren wir ferner für die Grundformkanten und Hauptschnittwinkel die Bezeichnung, deren sich Naumann in seinen Elementen der theor. Krystallographie, S. 320, bedient, so findet sich:

---

stellt. Als gleich weit entfernte Objecte dienten eine Spalte im Fenster des verdunkelten Zimmers und das Bild derselben im Spiegel des Instruments. So wurden gefunden:

Am 1. Krystall: bei erster Einstellung	55° 51′
„ zweiter „	55° 41′
	55° 41′
	55° 51′
	55° 59′
	55° 57′
	55° 52′
Am 2. Krystall	55° 49′
	55° 50′
Mittel	55° 50′

Die basische Kante X	für P	=	35° 13′ 35″
X′	„ -P	=	24° 15′ 5″
X + X′		=	59° 28′ 40″
Orthodiagonale Kante Y	für P	=	89° 46′ 8″
Y′	„ -P	=	45° 24′ 18″
Y + Y′		=	135° 10′ 26″
Klinodiagonale Kante Z	für P	=	67° 35′ 12″
2 Z	„ „	=	135° 10′ 24″
Z′	„ -P	=	74° 14′ 45″
2 Z′	„ „	=	148° 29′ 30″

Winkel δ von X zur Orthodiagonale	=	41° 22′ 40″
„ ε „ „ „ Klinodiagonale	=	48° 37′ 20″
		90° 0′ 0″
„ ϑ „ Y „ Hauptaxe	=	67° 35′ 11″
„ η „ „ „ Orthodiagonale	=	22° 24′ 49″
	[10])	90° 0′ 0″
„ τ „ Z „ Klinod. bei P	=	27° 55′ 0″
„ τ' „ Z′ „ „ „ -P	=	18° 40′ 38″
„ ι „ Z „ Hauptaxe „ P	=	90° 15′ 0″
„ ι' „ Z′ „ „ „ -P	=	43° 9′ 22″

Folgende Neigungswerthe wurden aus den berechneten Grunddimensionen ferner abgeleitet, denen wir zur Vergleichung die mehr oder minder zutreffenden Messungsresultate gegenüber stellen.

---

[10]) Dass die Mohs'schen Grundformkanten (Naturgesch. Bd. II S. 175) sich so weit von den unsrigen entfernen, liegt naturlich nicht darin, dass er die doch nur geringe Abweichung von der Rechtwinkeligkeit zwischen $\infty P \infty$ und $P\infty$ ubersehen, sondern in der von der unsrigen ganz verschiedenen Axenlage bei Mohs. Die Spaltfläche welche wir nach dem Vorgange anderer Forscher als oP nehmen, gilt bei Mohs für eine domatische $\bar{P}\infty$. Demnach ist seine Grundform an sich eine von der unsrigen verschiedene Theilgestalt.

		berechnet.		gemessen.
oP : ∞P	. . . .	111° 53′ 21″	. . . .	111° 54′
∞Ꝑ∞ : 2Ꝑ∞	. . . .	117° 46′ 36″	(suppl. = 62° 13′ 24″)	61° 35′
oP : 2Ꝑ∞	über Ꝑ∞	124° 3′ 24″	. . . .	123° 20′
Ꝑ³⁄₂ : Ꝑ³⁄₂	. . . .	149° 15′ 6″	. . . .	149° 55′
2Ꝑ2 : 2Ꝑ2	über 2Ꝑ∞	139° 55′ 4″		
∞Ꝑ∞ : Ꝑ³⁄₂	. . . .	105° 22′ 27″	. . . .	105° 10′
∞P : ∞Ꝑ∞	. . . .	142° 10′ 0″	. . . .	142° 10′
∞P : ∞Ꝑ∞	. . . .	127° 50′ 0″		
oP : Ꝑ∞	. . . .	152° 5′ 0″		
2Ꝑ∞ : Ꝑ∞	. . . .	151° 58′ 24″		
∞Ꝑ∞ : Ꝑ∞	. . . .	90° 15′ 0″		

Aus dem zuletztgenannten Werthe folgt am Zwilling, Fig. 12, für die beiden Hauptaxen und ebenso für ∞Ꝑ∞ : ∞đ∞ = 179° 30′, auf der vorderen (minus) Seite, wo die zwei Blätterdurchgänge liegen, ausspringend, gegenüber einspringend; und ferner berechnet sich ebenfalls an diesem Zwilling: ∞P : đ∞ = 179° 36′ 20″, wieder an der vorderen (minus) Seite ausspringend, an der hinteren mit gleicher Neigung einspringend.

An einem Zwilling nach Ꝑ∞ fallen also die Hauptaxen, Orthopinakoide und Prismenflächen beider Individuen beinahe in einander. Die so geringe Abweichung von 180°, d. h. von der vollkommenen Coincidenz und Einspiegelung übersieht das Auge in der That gänzlich. Und doch knüpft sich daran die Entscheidung für den vollkommenen monoklinen Character des Systems. Denn wäre ∞Ꝑ∞ : ∞đ∞ = 180°, so wäre auch ∞Ꝑ∞ : Ꝑ∞ = 90°, statt, wie wir gesehen, = 90° 15′, und es stände die Zwillingsebene normal zu dem Prisma ∞P. Man hätte nichts anderes als ein orthorhombisches System, freilich mit einer hemiëdrischen, monoklinen Spaltbarkeit. Ich hätte mich anfangs beinahe verleiten lassen, ein solches Verhältniss beim Malachit anzunehmen, indem ich irrig die Zwillingsebene für eine orthorhombische Basis oP nahm und nun fand, dass alle Neigungswerthe auf eine bemerkenswerthe Weise beinahe genau mit einer rhombischen Symmetrie stimmten. Der immerhin verdächtige Gegensatz einer solchen scheinbaren Symmetrie mit der dazu nicht stimmenden einseitig auftretenden Spaltungsrichtung veranlasste eine nochmalige Prüfung auf dem bereits beschriebenen Weg und führte zu der Ueberzeugung von dem äusserlich wie innerlich übereinstimmend völlig monoklinischen Character des Malachitsystems. Die seitherige Aufstellung, so, dass die dem Blatterbruch gleichlaufende Fläche als Basis gilt, wurde als vollkommen zweckmässig beibehalten.

Nachdem diese Studien am Rheinbreitenbacher Malachit stattgefunden hatten, liess ich mir es angelegen sein, meine vor drei Jahren gemachten Untersuchungen an sehr kleinen Krystallen einer Stufe von Rezbanya (diese Notizen Nr. 3, p. 31) nochmals aufzunehmen, die Messungen sorgfältiger zu wiederholen, und ihre damals zweideutig gebliebenen Ergebnisse mit den neuen zu vergleichen. Es gelang auch bald, diese Krystalle mit den Rheinbreitenbachern zu parallelisiren, so sehr sie auch im Habitus davon verschieden sind, wobei dann aber meine früheren Anschauungen der Rezbanyer Krystalle in der That eine wesentliche Berichtigung zu erfahren hatten. Fig. 13 zeigt die Form dieser ungarischen Krystalle. Dieselben sind keine Zwillinge, sondern einfache Krystalle der Combination: $\infty P \infty . \infty P . P^{8}/_{5}$ (f); letztere ist keine von den Rheinbreitenbacher Pyramiden.

Die ziemlich vorherrschende pinakoidische Fläche stumpft die schärfere Prismenkante von $75^{0}\,40'$ ab und findet sich zu den anliegenden Prismenflächen unter $127^{0}\,50'$ geneigt; es ist das Klinopinakoid $\infty P \infty$. Die das Krystallende abschliessende, früher irrig für domatisch gehaltene Flächenkante liegt nicht parallel der längeren, sondern der kürzeren Prismendiagonale. Es gehören diese Flächen einer positiven Hemipyramide Pn an, welche von der Rheinbreitenbacher $P^{3}/_{2}$ etwas abweicht, jedoch sich tautozonal zu ihr und dem klinodiagonalen Hauptschnitt verhält. Ich habe sie neuerdings an einem sehr kleinen, aber doch geeigneten Krystall recht genau messen können und gegen $\infty P \infty$ mit $104^{0}\,27'$ geneigt gefunden. Dies gibt für die klinodiagonale Polkante Z dieser Hemipyramide $2 . 180^{0} - 104^{0}\,27' = 151^{0}\,6'$. Hiernach ist man berechtigt, dieselbe für eine $P^{8}/_{5}$ zu nehmen, für welche die Rechnung für Kante Z $151^{0}\,5'\,26''$ erfordert.

Etwas Aehnliches wie die als noch zweifelhaft gefundene zweite Rheinbreitenbacher Hemipyramide 2P2 zeigte sich auch an Rezbanyer Krystallen (vgl. Fig. 15), aber zu klein und undeutlich zur Messung.

Ich hege jetzt nur den Wunsch, auch noch solchen Malachitzwillingen zu begegnen, wie sie seither, nach Mohs, überall angegeben worden und auch von Nordenskiöld wieder beobachtet worden sind, nämlich zusammengesetzt nach dem Orthopinakoid $\infty P \infty$. Da Mohs angibt, es fände sich diese Zusammensetzung fast in jeder Varietät, erkennbar an den Spaltungsrichtungen, so ist es jedenfalls recht bemerkenswerth, dass sich an zwei ganz bekannten Fundorten auch andere Krystalle gefunden haben, zu Rheinbreitenbach Zwillinge nach einem von jenem verschiedenen neuen Gesetze, und zu Rezbanya einfache Nichtzwillinge.

Zinnerz.

(Fig. 9.)

Aus einer Cornwalliser Grube, wahrscheinlich Wheal Harris zu Camborne, sind in neuerer Zeit Zinnerz-Stufen gefördert worden und nach London in den Mineralienhandel gekommen, welche mit zahlreichen zierlichen Krystallen, Nichtzwillingen, der in Fig. 9 abgebildeten Combination besetzt sind, nämlich:

$$P \,.\, P\infty \,.\, 3P\tfrac{3}{2} \,.\, \infty P \,.\, \infty P\tfrac{4}{3} \,.\, 7P\tfrac{7}{6}\,.$$

Unter diesen Theilgestalten sind zwei besonders bemerkenswerth; die ditetragonale Pyramide $7P\tfrac{7}{6}$ ist neu, und das ditetragonale Prisma $\infty P\tfrac{4}{3}$, zwar unlängst, durch Greg & Lettsom (Mineralogy of Great Britain, 1858) beobachtet, ist doch noch nicht näher berechnet oder auch nur bestimmt worden.

Greg & Lettsom geben nämlich unter mehreren Abbildungen Cornischer Zinnerzkrystalle (l. c. S. 355) auch in ihrer Fig. 5 und 6 solche mit einem ditetragonalen Prisma k, geneigt zu ∞P mit $171^{0}\,30'$. Hieraus folgt aber das Zeichen $\infty P\tfrac{4}{3} = (\infty a : 1b : \tfrac{4}{3}b) = 043$, für welches eine einfache Rechnung genauer ergibt:

$$\infty P\tfrac{4}{3} : \infty P \qquad\qquad = 171^{0}\,52'\,12''$$
$$\infty P\tfrac{4}{3} : \infty P\tfrac{4}{3} \text{ über } \infty P = 163^{0}\,44'\,24''$$
$$\infty P\tfrac{4}{3} : \infty P\tfrac{4}{3} \text{ anstossend} = 106^{0}\,15'\,36''$$

Dies Prisma tritt an der in meinem Besitz befindlichen Stufe vielfach nett gebildet und in der Messung gut zutreffend auf, wenn gleich allerdings in starkem Maasse an den Verzerrungen theilnehmend, welche viele dieser Krystalle überhaupt zeigen.

Die Theilgestalt $\infty P\tfrac{4}{3}$ ist nicht allein am Zinnerz neu, sondern ungeachtet des einfachen Zeichens überhaupt noch an keinem quadratischen Mineral beobachtet worden.

Was die neue ditetragonale Pyramide betrifft, so liegt dieselbe tautozonal auf der Kante zwischen der Pyramide $3P\tfrac{3}{2}$ und dem Protoprisma ∞P. Diese Lage bedingt für sie das allgemeinere Zeichen $mP\frac{m}{m-1}$, dessen nähere Bezifferung sodann aus der zu messenden Neigung gegen die obengenannten zonenverwandten Flächen ermittelt werden muss, wobei die Rechnung auf das Zeichen $7P\tfrac{7}{6}$ führt.

Naumann (Mineralogie v. 1828, S. 514) gibt als Grunddimension des Zinnerzes die Hauptaxe $= \sqrt{\frac{5}{11}}$, also $= 0{,}67420$. Unter dieser Annahme berechnet sich für die ditetragonale Pyramide $7P\tfrac{7}{6}$ (cf. Naumann, Lehrb. d. Kr. Bd. I, S. 289 f.)

Die normale Polkante X = 100° 2′ 18″
„ diagonale „ Y = 171° 18′ 52″, wofür bei der Messung gefunden = 170° 43′
„ Mittelkante Z = 161° 43′ 16″

Der Winkel T, welchen zwei einander gegenüberliegende Flächen eines normalen Mittelecks bilden = 100° 36′ 54″, der Winkel U, welchen zwei einander gegenüberliegende Flächen eines diagonalen Mittelecks bilden = 159° 43′ 48″

[Die Messung hatte ergeben $7P\frac{7}{6} : \infty P = 169° 40′$;
dem entspräche Winkel U = 2 (169° 40′ — 90°) = 159° 20″]

Die Flächen von $7P\frac{7}{6}$ finden sich übrigens bei vielen dieser Krystalle etwas cylindrisch und bemerklich gestreift parallel der Zonenaxe, so dass sie zur Messung nicht taugen. Die besseren liefern aber scharfe, einfache Lichtreflexe.

Der Habitus der Krystalle ist ziemlich verschieden, wechselnd von einem Drusenräumchen zum anderen. An manchen wird $3P\frac{3}{2}$, welches in unserer Figur vorherrscht, zurückgedrängt durch die Flächen des Scheidels P und $P\infty$, wodurch die Krystalle ein ziemlich verschiedenes Ansehen erhalten, abgesehen von den ebenfalls reichlich vorhandenen Verzerrungen. Die Krystalle sind dunkelbraun, die grösseren fast schwärzlich, bei zunehmender Kleinheit aber bis zu hellbraun, dann fast durchsichtig und innerlich leuchtend. Alle sind einfach, ohne irgend eine Spur jener Zwillingserscheinungen, wie sie doch fast an keinem erzgebirgischen Zinnerzkrystall fehlen. Seine beiden Enden zeigt kein einziger. Obwohl in mannigfaltiger Richtung regellos stehend, halb und ganz umliegend, sind sie doch Alle mit ihren Prismen eingewurzelt im Muttergestein, in welchem sie die Wände aller Hohlräume drusig besetzen, begleitet von Würfeln weissen, durchsichtigen Flussspaths, welcher jünger ist. Das Muttergestein selbst ist ein rauhes, oberflächlich in den Hohlräumen warziges, schmutzig grünliches Gemeng, wie es scheint von Chlorit und Zinnerz.

Sphen von Rothenkopf im Zillerthal.

(Fig. 26 bis 34.)

Die Mineraliensucher im Zillerthal sind im Frühjahr 1863 durch den Fund ausgezeichneter neuer Sphenkrystallisationen am Rothenkopf belohnt worden. Ich besitze davon zehn Exemplare, von welchen ich die grössere Mehrzahl der Güte des Herrn

Baudirector Liebener in Insbruck zu verdanken habe. Ein Mineralienfund von solcher Zierlichkeit würde schon um dieser allein willen eine Erwähnung verdienen; diese neuen Sphene bieten aber auch nach eingängiger Betrachtung sehr bemerkenswerthe Verhältnisse, nicht allein neue Beispiele des Auftretens sonst sehr seltener Flächen, so wie einiger, welche seither noch gar nicht beobachtet worden sind und welche nun den Reichthum der am Titanit gekannten Gestalten aufs Neue vermehren helfen, sondern auch den Beweis eines ausgezeichneten Hemimorphismus, welcher sich für diese Species seither der Aufmerksamkeit der Forscher noch ganz entzogen hat.

Diese neuen Sphene sind zwar in Folge ihres Flächenreichthums bei grosser Verzerrung sehr mannigfaltig in ihren Gestaltungen, theilen aber andrerseits einige gemeinschaftliche Eigenschaften, durch welche man sie, seien sie auch fortan in alle Welt zerstreut, als zusammengehörigen örtlichen Ursprungs wahrscheinlich leicht wieder erkennen würde. Gemeinsam ist ihnen eine vollkommene Frische, eine schöne zeisiggrüne Färbung, Durchsichtigkeit, eine vorherrschend tafelförmige Ausbreitung nach oP, die Zwillingsverwachsung nach eben dieser Fläche, der ausgezeichnete Glanz und die Glätte der Flächen $P\infty$ (r) und $^2/_3 P 2$ (n), welche aber trotzdem vielfach treppig mit einander wechseln und dadurch die Krystalle sehr verzogen erscheinen lassen, endlich der bereits erwähnte Hemimorphismus, zufolge dessen alle Krystalle an einem Ende anders ausgebildet sind, als am anderen.

Die Grösse wechselt zwischen 17 bis 36 Mm. Dabei sind sie bei tafelförmiger Ausbreitung ziemlich dünn und schwinden mitunter bis zu leicht zerbrechlichen, zarten Gebilden, freistehend und nur mit Rändern haftend an ihrer Anwachsstelle. Die meisten sind daher bereits schon durch die vielleicht auch nicht genug vorsichtigen Sammler nur abgelöst erbeutet und so weiter angeboten worden. An den in Minderzahl vorhandenen Krystallen, welche noch ihrer Unterlage anhaften sieht man, dass das Muttergestein, dem sie aufgewachsen sind, ein feinschuppiger, frischer, scharfanzufühlender Chloritschiefer ist. Die Sphenkrystalle selbst sind an manchen Stellen mit wurmgestaltigem Chlorit (Helminth) übersiedelt, ein parasitisches späteres Gebilde, wie Volger gezeigt hat, dem man die Unterscheidung dieser Species verdankt, augenscheinlich auch hier sehr verschieden von dem Chlorit des Muttergesteins. Begleitende Mineralien sind ausserdem Apatit in sehr kleinen wasserhellen, dicktafelförmigen flächenreichen Krystallen, welche auf dem Sphen selbst sitzen, und Magneteisen, kleine, 2 Mm. grosse Octaëder, dem Chloritschiefer eingewachsen.

Mit einer einzigen Ausnahme sind alle mir vorliegenden Exemplare zweifache,

mitunter auch lamelläre vielfache Zwillinge nach oP. Unter den auftretenden Flächen sind es besonders die vier folgenden, welche den Habitus bestimmen und an keinem dieser Krystalle fehlen, nämlich: oP . $\frac{2}{3}$P 2 (n) . P ∞ (r) P ∞ (y). Die auf diese alleinigen vier Flächen beschränkten Zwillinge haben das Ansehen der Fig. 26, und Krystalle dieser einfachen Gestalt kommen, besonders unter den kleineren, zu Gruppen vereinigten, mehrfach unter meinem Besitzstand vor. Als zunächst häufig erscheinen die ∞ P (l) Flächen, oft nur als feine Entkantung zwischen r und y (Fig. 26). Meistens sind aber, und besonders die grösseren Zillerthaler Sphene ausserdem noch mit einer Anzahl anderer mehr oder weniger untergeordnet auftretenden, später zu betrachtenden, Flächen geziert, die oft sehr schwierig zu bestimmen sind, da die Krystalle meistens den allerwillkührlichsten Verzerrungen unterworfen sind. Die Grösse ist so, dass einzelne Individuen mitunter fast 1 ½ Zoll erreichen, in der Dicke aber gleichwohl 3 Mm. nicht überschreiten.

Ein Blick auf unsere Figuren 26 bis 34 zeigt, wie entschieden diese Sphene h e m i m o r p h sind, d. h. die Eigenschaft besitzen, sich in der Richtung einer Symmetrieaxe polarisch verschieden auszubilden. Man sieht in diesen Figuren das eine Ende stets keilförmig zugespitzt durch die Flächen oP und $\frac{2}{3}$P 2 (n), das andere dagegen quer abgeschnitten durch das Orthodoma P ∞ (y), wodurch ein auffallender pentagonaler oder herzförmiger Habitus entsteht. Dieser Habitus findet sich eben sowohl bei einfachen, als bei Zwillingskrystallen und es ist bei einiger Ueberlegung klar, dass er überhaupt eine ganz selbstständige, durchaus nicht von dem hemitropischen zwillingischen Phänomen abhängige Erscheinung ist. Ein allseitig symmetrisch, also nicht antipolarisch ausgebildeter Krystall würde, wenn auch hemitropisch in 2 Hälften um 180° gedreht, doch niemals solche keilförmige Gestalten erzeugen können, wie sie unsere Figuren zeigen. Man darf aber nur die Figuren 15 und 22 bei G. Rose (Ueber das Krystallisationssystem des Titanits, 1821) betrachten, welche gewisse Arendaler Krystalle darstellen, um sich zu überzeugen, dass der Hemimorphismus des Titanits, wenn auch nicht als solcher ins Auge gefasst, doch eine schon anderwärts beobachtete Erscheinung ist und sich also nicht auf ein vereinzeltes lokales Vorkommen beschränkt, sondern eine dem Mineral öfter anhaftende Eigenschaft ist.

Bei den bekannten einaxigen hemimorphen Mineralien, wie Turmalin, Kieselzinkerz, Topas, tritt der polare Gegensatz an der bei ihnen schon von der Natur vorgezeichneten H a u p t a x e auf. Man ist daher gewohnt, die Erscheinungen des Hemimorphismus mit der Vorstellung von Oben und Unten zu verbinden. Bei monoklinen Mineralien ist

meines Wissens überhaupt noch keine polare Hemimorphie beobachtet worden [11]), aber jedenfalls müsste sie nicht nothwendig an die Hauptaxe gebunden sein, da deren Wahl überhaupt eine mehr willkührliche, nicht immer von der Natur deutlich vorgeschriebene ist. Mit dem Titanit ist Letzteres gewiss nicht der Fall, wie die Verschiedenartigkeit der ihm von den verschiedenen Forschern untergelegten Grundform und Aufstellung beweist. Wir folgen in dieser Beziehung dem Vorgange Naumann's aus Zweckmässigkeitsgründen und bezeichnen bei der angenommenen Grundform die Richtung des Hemimorphismus des Titanit als einen Gegensatz der Ausbildung an den beiden Enden nicht der Hauptaxe, sondern der Klinodiagonale. In den Figuren 26, 27, 29, 31 bis 34 liegt diese letztere in der Ebene des Papiers senkrecht vor dem Beschauer.

Bei der engen Verknüpfung, welche zwischen den Erscheinungen des Hemimorphismus und jenem der Thermoelectrizitat besteht, indem bekanntlich die polar hemimorphen Krystalle sich auch polar electrisch zu erweisen pflegen, habe ich keineswegs unterlassen, das Verhalten der Zillerthaler Sphene in dieser Beziehung zu prüfen, wobei ich, mich eines Gemsbartelectroscops bedienend, das äusserst practische Verfahren befolgt habe, welches v. Kobell zur Untersuchung von Mineralien auf ihr electrisches Verhalten empfohlen hat (Sitz. Ber. d. kön. Bayer. Ak., 1863, Bd. I, p. 51 ff.) allein gleichwie dieser treffliche Forscher bereits den Sphen als einen electrisch indifferenten Körper erkannte, (l. c. p. 56 u. 59) so habe auch ich nur ein negatives Resultat erhalten und zweifelhafte Aeusserungen einer electrischen Activität bei den Zillerthaler Sphenen, wenn sie gerieben oder erwärmt wurden, bemerken können.

Das Studium der mehr individuellen Erscheinungen an unseren Krystallen hat vier neue Theilgestalten, sämmtlich positive Hemipyramiden, auffinden lassen.

$\frac{2}{3}\text{P̶}\frac{4}{3}$ (ϑ) Fig. 31
$\frac{7}{9}$P (ι)
$\frac{2}{3}$P ($\varkappa$) „ 29.34
$\frac{5}{7}\text{P̶}\frac{7}{6}$ (λ) „ 33.

Ehe wir aber die Art ihres Auftretens betrachten und uns ihrer parametrischen Ermittelung zuwenden, wollen wir einen Rückblick auf die Gesammtheit der seither

---

[11]) In der frühesten Lieferung dieser Min. Notizen, 1856, Abh. d. Senck. G. Bd. II, p. 175, Sep. Abdr. p. 20; Taf. VI, Fig. 18, habe ich allerdings einen Diopsid-Krystall beschrieben, welchem man den Anschein einer sehr ausgeprägten Hemimorphie nicht absprechen kann, und man würde diese letztere daher für den Diopsid auch gewiss behaupten dürfen, sobald man das wirkliche Vorhandensein dieser Eigenschaft mit einer Anzahl, anstatt nur mit einem einzigen Krystall belegen könnte.

bekannt gewordenen Titanitflächen werfen und auf die treffliche Bearbeitung, welche in dem unlängst 1862 erschienenen Werke eines der ausgezeichnetsten Krystallographen, in A. Des Cloizeaux's Manuel de Minéralogie, unserem Minerale zu Theil geworden ist. In diesem reichhaltigen Werke liefert der Verfasser bei jeder Mineralspecies alle bekannten Flächen sowohl in eine Zonenprojection eingetragen, als in eine Tabelle vertheilt, welche die Neigungswerthe zonenweise angeordnet verzeichnet. Aber eine übersichtliche Nebeneinanderstellung sämmtlicher Flächen in der Art, wie sie Miller (Brooke & Miller 1852) bei jedem Minerale gibt, vermisst man doch ungern, da sie bei derartigen Beschäftigungen kaum zu entbehren ist.

Da Des Cloizeaux nur die bei den französischen Mineralogen üblichen Levy'schen Zeichen gibt, sich aber wohl kaum Jemand finden dürfte, dem das Ablesen in den verschiedenen Bezeichnungsmethoden gleich geläufig wäre; da überdies Des Cloizeaux für den Titanit eine ganz andere Grundgestalt angenommen hat, als die Naumann'sche, deren wir uns bedienen, so glaube ich dem Leser einen Dienst zu erweisen, wenn ich ihm die nicht mühelose Uebersetzung der Levy'schen Zeichen in die uns bequemeren Naumann'schen und in eine andere Grundform erspare und nachstehende Tabelle sämmtlicher bei Des Cloizeaux citirter Flächen aufstelle, in Begleitung einiger Bemerkungen zu gewissen Flächen und mit Einfügung der nun noch an den Zillerthaler Sphenen neu beobachteten vier Flächen.

Flächen des Titanit.

	In Naumann's Bezeichnungsweise.	bei Rose.	bei Miller.	bei Des Cloizeaux	bei Ebg.	
Basische Endfläche	o P	P	c	h^1		
Klinopinakoid .	∞ P ∞	q	b	g^1		
Prisma . . .	∞ P 3	M	m	μ		
„ . . .	∞ P	l	l	b^1		
Orthodoma, positiv	$^5/_9$ P ∞	x		$0^{5/2}$		Ueber die Zweifelhaftigkeit dieser Fläche vgl. d. Notizen Nr. 3 (1860) p. 17.
„ „	$^8/_{15}$ P ∞			$0^{12/5}$		Von Des Cloizeaux für den Greenovit angegeben, aber mit ?? begleitet.
„ „	$^1/_3$ P ∞			0^1		Bei Des Cloizeaux citirt als beobachtet vom St. Gotthard durch —?
„ „	$^1/_2$ P ∞		x	0^2		Haüy, W. Phillips, Miller. Vergl. d. Notizen Nr. 3, p. 17.

Flächen des Titanit, (Fortsetzung).

	In Naumann's Bezeichnungs-weise.	bei Rose.	bei Miller.	bei Des Cloizeaux	bei Hbg.	
Orthodoma, positiv	$^{19}/_{12} P \infty$	z		$a^{11/2}$		Bei Rose in Fig. 18 u. p. 26. Gerundet beobachtet; vielleicht ein $^3/_2 P \infty$, welches nahe liegen würde. Die Neigungen beider Flächen gegen o P würden nur um $1^0\ 11'$ differiren.
„ negativ	$-P \infty$	v	v	a^1		Rose p. 32. Diese Not. III, p. 23. Ferner vom Rath an Kryst. v. Laach, Pogg. Ann. CXV. p. 467.
„ „	$-^1/_4 P \infty$			$\alpha^{2/5}$		Aus W. Phillips Min. v. 1837 von Des Cloizeaux aufgenommen; wohl irrig! vergl. weiter hier unten.
Klinodoma . .	$P \infty$	r	r	m		
„	$^1/_3 P \infty$	o	o	h^2		
„	$^3/_5 P \infty$			h^4		Bei Des Cloizeaux aus Phill. Min. v. 1857 entnommen, aber missverstanden; denn die Fläche P bei Phillips entspricht nicht der h^1 v. Des Cloizeaux, sondern der $+ ^1/_2 P \infty = 0^2$. Diese Zone scheint aber schon mit Irrthümern von W. Phillips behaftet. Miller hat sie auch nicht aufgenommen.
„	$^3/_4 P \infty$			h^7		
„	$^{11}/_4 P \infty$			$g^{11/5}$		
Hemipyramide, posit.	$4 P 4$	s	s	$e^{1/2}$		
„ „	$^{16}/_3 P ^{16}/_3$			$e^{3/8}$	β	Von der Sella am St. Gotthard. Min. Notizen 1860, III, p. 23.
„ „	$8 P 8$			$e^{1/4}$	ζ	Von Pfitsch. Min. Notizen 1861, IV. p. 18.
„ „	$2 P 2$			e^1	ε	Ebendaher „ „ „ „ „ „
„ „	$^1/_2 P 2$		w	w		Ist bei Miller angegeben, welcher dagegen Rose's $w = -^4/_3 P 4$ weggelassen. Sollte hier nicht ein Versehen stattgefunden haben?
„ „	$^1/_3 P$	u	e	ε		
„ „	$^7/_9 P$				ι	An Kryst. vom Zillerthal. Dieses Heft p. 260.
„ „	$^2/_3 P$				$\varkappa$	„ „ „ „ „ „ p. 260, Fig. 29 u. 34.
„ „	$^1/_4 P$			λ		
„ „	$^2/_7 P$				δ	An Kryst. vom Gotthard. Min. Notizen 1860, III. p. 22 (Bei Des Cloizeaux nicht aufgenommen.)
„ „	$^5/_7 P ^5/_2$			$d^{5/2}$	α	An Kryst. von Pfitsch. Min. Notizen 1858, II, p. 253.
„ „	$^2/_3 P 2$	k		d^2		Bei Rose in Fig. 17 u. 18.
„ „	$^2/_3 P ^4/_3$				ϑ	An Kryst. vom Zillerthal. Dieses Heft p. 258, Fig. 31.
„ „	$^1/_2 P$		z	d^1		Bei Miller, ohne Angabe von Combinationen.
„ „	$^2/_3 P 2$	n	n	$d^{1/2}$		
„ „	$^4/_5 P 4$			$d^{1/4}$	η	An Kryst. von Pfitsch. Min. Not. 1861. IV. p. 18. War aber am Greenovit schon früher beobachtet.
„ „	$2 P 6$	d	u	u		
„ „	$^5/_7 P ^7/_6$				λ	An Kryst. vom Zillerthal. Dieses Heft p. 259, Fig. 33.
„ negativ	$-^2/_3 P 2$			α	γ	An Kryst. von Pfunders. Min. Not. 1860, III, p. 19.
„ „	$-^4/_3 P 4$	w		$b^{1/4}$		
„ „	$-2 P 2$	t	t	$b^{1/2}$		
„ „	$-^1/_2 P$	i	i	σ		Rose. Siehe über diese Fläche Min. Not. III. p. 21, von der Sella.

Für die Aufstellung seines Verzeichnisses der Neigungswerthe hat Des Cloizeaux das Titanitsystem durchaus neu berechnet und zwar auf Grundlage seiner folgenden Fundamentalmessungen:

$P\infty : P\infty = 113^0\,31'$	statt seither angenommenen	$113^0\,28'$	(cf. Miller)
$oP : +\frac{1}{2}P\infty = 140^0\,43'$	„ „ „	$140^0\,39'$	„
$+P\infty : oP = 119^0\,43'$	„ „ „	$119^0\,33'$	„

Wie wir schon erwähnten, hat Des Cloizeaux eine andere Grundform als Naumann, welchem wir hierin folgen. Die Flächen, welche bei Naumann als Klinodomen gelten, stellt Des Cloizeaux aufrecht als Prismen und des Letzteren basische Endfläche ist die gewöhnlich mit y bezeichnete. Nach der Stellung und Grundform, welche Des Cloizeaux gewählt erhielte also

Naumann's	oP	die Bedeutung	von	$\infty P\infty$
„	$P\infty$	„ „	„	∞P
„	$+P\infty$	„ „	„	oP
„	$-2P2$	„ „	„	$+P$
„	$+\frac{2}{3}P2$	„ „	„	$-P$

Indem wir nun die neuen Fundamental-Messungsresultate des trefflichen französischen Forschers dankbar adoptiren, aber die gewohnte Naumann'sche Grundform und Stellung auch fernerhin beizubehalten vorziehen, berechnen wir aus jenen die uns von nun an geltenden Grunddimensionen des Titanitsystems wie folgt:

Hauptaxe	= 1,539438,	in Naumann's Min. v. 1828 angenommen	= 1,537
Klinodiagonale	= 1	„ „ „ „ „ „	= 1
Orthodiagonale	= 2,341122	„ „ „ „ „ „	= 2,342
Neigungswinkel C	= $85^0\,22'\,22''$	„ „ „ „ „ „	= $85^0\,6'$

In G. vom Rath's lehrreicher Abhandlung über den Titanit vom Laacher See (Pogg. Ann. CXV, p. 466 f.) bedarf die auf S. 470 befindliche Angabe der Naumann'schen Axen hiernach einer bedeutenden Abänderung.

Wir haben uns nun noch mit den besonderen Formverhältnissen unserer in neun Exemplaren sämmtlich hemimorph gestalteten Sphene vom Rothenkopfe näher zu beschäftigen, deren Haupteigenthümlichkeiten sich in den 9 Figuren 26 bis 34 dargestellt finden, welche wir daher eine nach der anderen näher betrachten wollen.

Fig. 32 ist ein Zwilling, an welchem sich finden:

$$oP \,.\, \tfrac{2}{3}P2 \,.\, P\infty \,.\, P\infty \,.\, -2P2 \,.\, \infty P \,.\, -\tfrac{1}{2}P.$$
$$\;\;P \quad\; n \quad\;\; r \quad\;\; y \quad\;\; t \quad\;\; l \quad\;\; i$$

die letztgenannten vier Flächen hemimorph auftretend, nur am einen (in der Zeichnung oberen) Ende.

Neue Flächen sind hierunter nicht, aber die ausgezeichnete Art des Auftretens der Fläche $-\frac{1}{2}P$ als sehr verlängerte glänzende Entkantung zwischen oP und ∞P, wie es die Figur zeigt, verdient eine besondere Hervorhebung. Diese Fläche, zuerst als Seltenheit von G. Rose beobachtet (Krystallsystem des Titanit, S. 15 u. 28) haben wir betrachtet in diesen Min. Notizen (1860, Abh. d. S. G. Bd. III, S. 275, und Fig. 4 u. 5; Sep. Abdr. Nr. 3, S. 21) an Krystallen von der Sella.

Fig. 27. Auch dieser Zwilling zeigt keine neuen, doch aber ausgezeichnete Flächen. Er ist combinirt aus:

$$\underset{P}{oP} . \underset{n}{\tfrac{2}{3}P2} . \underset{y}{P\infty} . \underset{r}{P\infty} . \underset{w}{-\tfrac{4}{3}P4} . \underset{t}{-2P2}.$$

hemimorph durch das Fehlen von y am unteren Ende. Merkwürdig ist die breite Entwickelung der seltenen Fläche $-\frac{4}{3}P4$, Rose's w. Der berühmte Forscher hat dieselbe in keiner seiner Figuren, gibt aber Auskunft darüber in seiner cit. Abhandlung auf S. 83 unten. Er hat sie stets nur ganz klein gefunden. In diesen Min. Notizen 1861, Nr. 4, S. 18, habe ich sie an Pfitscher Krystallen beschrieben. An der jetzt vorliegenden Zillerthaler Zwillingsgruppe ist diese Fläche vom schönsten Glanze, gemessen $= 131^0\,7'$ zu n, und $= 158^0\,21'$ zu r geneigt.

Die Gruppe ist ausserdem ausgezeichnet dadurch, dass das eine Zwillingsindivid viel kleiner geblieben ist, als das andere. Indem letzteres dadurch zum grossen Theil unbedeckt geblieben, fand es unbehinderte Gelegenheit, alle seine beiderseitigen Flächen selbstständig gleich einem einfachen Krystall auszubilden und so recht klar zu zeigen, was wir oben ausgesprochen, dass der ausgezeichnete hemimorphe, keilförmige Habitus gar nichts mit der Zwillingsnatur zu schaffen hat und von ihr ganz unabhängig auftritt.

Dasselbe zeigt sich wo möglich noch augenfälliger an dem in Fig. 31 dargestellten herzförmigen Krystall; denn dieser ist ein wirklich einfacher Krystall, von der Combination:

$$\underset{P}{oP} . \underset{n}{\tfrac{2}{3}P2} . \underset{y}{P\infty} . \underset{r}{P\infty} . \underset{\vartheta}{\tfrac{2}{3}P\tfrac{4}{3}}$$

Die Flächen y und ϑ treten nur an der einen Seite auf.

In der Mitte befindet sich, wie die Fig. zeigt, eine eigenthümlich einspringende Nische, gebildet aus kleinen Flächen oP und n, und dies gibt den Anschein einer Zusammensetzung aus zwei Krystallkörpern, welche, (ein beim Titanit nie beobachtetes Verhältniss) das Klinopinakoid $\infty P\infty$ zur Zusammensetzungsebene haben müssten. Man würde sich aber bei dieser Annahme täuschen; denn die vermeintlichen beiden Zwillings-

hälften befinden sich in keiner irgendwie gewendeten Stellung, sondern im Gegentheil durchaus parallel orientirt nebeneinander und in einander verlaufend. Man hat es also mit einem wenn auch gegliederten, doch krystallographisch einfachen, d. h. nichtzwillingischen Körper zu thun.

Die Flächen, welche sich keilförmig zwischen y und n beiderseits einschieben, gehören einer neuen positiven Hemipyramide an, welche das Symbol $\frac{2}{3}P\frac{4}{3}$ zu erhalten hat und welche wir zu mehrer Kürze fernerhin überdies mit ϑ bezeichnen wollen. Aus den oben angegebenen Grunddimensionen berechnet sich für dieselbe:

$$\vartheta : \vartheta = 153^0\,10'\,\,8'', \text{ gemessen } 153^0\,31'$$
$$\vartheta : oP = 130^0\,29'\,37'' \quad " \quad 129^0\,57'$$
$$\vartheta : n = 159^0\,\,8'\,12'' \quad " \quad 158^0\,56'$$

Die Flächen ϑ sind eben, aber ein wenig rauh, daher mehr schimmernd als glänzend.

Eine eigenthümliche Erscheinung zeigt sich in der Mitte des Krystalls, neben der Nische, auf den stumpfen dreiflächigen Ecken zwischen n n und oP. Dort schneidet der lebhafte Glanz der Flächen n plötzlich scharf, geradlinig und regelmässig ab, und der kleine zwickelförmige Rest der Fläche jenseits dieser Grenzlinie ist rauh, wie es in der Figur angedeutet ist. Man glaubt, die Ecke durch rauhe Flächen zugeschärft zu sehen, überzeugt sich aber, dass der rauhe Antheil nur eine Fortsetzung der Ebene von n ist. Merkwürdigerweise ist dies durchaus keine vereinzelte Erscheinung an diesem besonderen Krystall; vielmehr gewahrte ich, einmal darauf aufmerksam geworden, dieselbe mehr oder weniger deutlich bei fast allen Krystallen der übrigen Exemplare.

Auch der in Fig. 33 dargestellte Krystall ist seinem Hauptkörper nach ein einfacher. Nur bei sehr genauer Untersuchung gewahrt man, dass die ganze Fläche oP mit einem überaus dünnen Plättchen in Zwillungsstellung bedeckt ist, welches ringsum genau die Grenze von oP des Hauptkrystalls mit einhält und nur einen feinen vorspringenden Saum bildet. Auf der Zeichnung dies darzustellen ist natürlich weder ausführbar noch nöthig. Der Krystall zeigt folgende Flächen:

$$\underset{P}{oP} \,.\, \underset{r}{P\infty} \,.\, \underset{n}{\tfrac{2}{3}P2} \,.\, \underset{y}{P\infty} \,.\, \underset{s}{4P4} \,.\, \underset{M}{\infty P3} \,.\, \underset{\lambda}{\tfrac{5}{7}P\tfrac{7}{6}}$$

Die Flächen y λ M und s treten hemimorph, nur am einen Ende auf; am entgegengesetzten nur n und oP, gross ausgedehnt, den Krystall zuspitzend.

Die Hemipyramide $\frac{5}{7}P\frac{7}{6}$ (λ) ist neu. Bei Vergleichung der Figuren 33 und 31 zeigt sich zwar die Aehnlichkeit der Lage der beiderlei Flächen ϑ und λ zu beiden Seiten von y, aber auch die in die Augen fallende Verschiedenheit der Richtung der

Kante zwischen λ und n von der zwischen ϑ und n. Die Flächen von λ sind recht gut und ziemlich glänzend ausgebildet. Es vergleichen sich die Resultate von Rechnung und Messung neben einander wie folgt:

$\lambda : \lambda$ berechnet $= 148^0\,33'\,12''$, gemessen $= 148^0\,33'$
$\lambda : oP$ „ $= 127^0\,58'\,54''$ „ $= 127^0\,21'$

Alle übrigen Flächen, auch die kleinen M und s, haben den höchsten Glanz, so dass die Zone rsM sehr gut nachgemessen werden konnte.

Der in den Figuren 28, 29 und 30 von drei verschiedenen Seiten gezeichnete polarisch hälbliche Krystall wiederholt abermals an seinem einen Ende die einfach keilförmige Zuspitzung durch die alleinigen Flächen oP und n, entwickelt dagegen nach dem entgegengesetzten hin einen grossen Reichthum von Flächen, unter welchen die Hemipyramide $+\frac{2}{3}P$ neu ist. Im Ganzen treten auf:

$$\begin{matrix} oP\,. & \bar{P}\infty\,. & \tfrac{2}{3}\bar{P}2\,. & \tfrac{1}{3}\bar{P}\infty\,. & \bar{P}\infty\,. & \tfrac{2}{3}P\,. & \infty P\,. & -\tfrac{1}{2}P\,. & \infty\bar{P}\infty\,. & \infty\bar{P}3\,. & 4\bar{P}4 \\ P & r & n & o & y & \varkappa & l & i & q & M & s \end{matrix}$$

Die Pyramide $\frac{2}{3}P$ fällt, weil sie der Hauptreihe angehört, als Zonenglied zwischen oP, ∞P und $-\frac{1}{2}P$. Für sie berechnet sich:

$\frac{2}{3}P : oP = 129^0\,30'\,27''$, gemessen $129^0\,30'$
$\frac{2}{3}P : \infty P = 136^0\,14'\,33''$ „ $136^0\,25'$
$\frac{2}{3}P : \frac{2}{3}P = 144^0\,42'\,56''$

Sie ist theilweise muschelig, daneben aber auch eben und ganz glänzend, und an letzteren Stellen ergaben sich die so gut zutreffenden, erwähnten Neigungswerthe.

Es liegt noch ein weiterer Krystall vor, welcher in der Zeichnung dem vorigen so ähnlich ausfallen würde, dass wir sie ersparen können. An ihm tritt ebenfalls eine + Pyramide in der Hauptreihenzone oP.li auf, überrascht uns aber durch den Befund der Messungen, welche die Annahme eines abermals neuen Zeichens, $+\frac{7}{9}P$, ι, aufnöthigen; denn es fand sich:

$\frac{7}{9}P : oP = 124^0\,14'$, berechnet $= 124^0\,50'\,34''$
$\frac{7}{9}P : \infty P = 141^0\;\;5'$ „ $= 140^0\,54'\,26''$
$\frac{7}{9}P : \frac{7}{9}P$ „ $= 142^0\,23'\;\;6''$

Der Krystall ist ein Zwilling. Die Hemipyramide ι tritt nur einmal, aber sehr gut gebildet, auf, einspringend und an die Berührungsebene beider Zwillingshälften anstossend. Sie ist vollkommen eben und scharfkantig begrenzt, wenn auch nur mit halbem Glanz begabt.

Es ist ein auffallender Umstand, dass diese Sphene eine solche Anzahl sehr benachbarter Gestalten zu bilden streben, welche, wenn sie vereinigt zusammen an einem Krystall vorkämen, äusserst nahe zusammen fallen, also sich mit sehr stumpfen Kanten berühren würden. Mit den vier Gestalten $^2/_3 P\, ^4/_3\, (\vartheta)$ $^5/_7 P\, ^7/_6\, (\lambda)$ $^2/_3 P\, (\varkappa)$ $^7/_9 P\, (\iota)$ würde dieses der Fall sein. Wollte man darin den Grund zu einem Zweifel gegen dieselben finden, so ist doch ihre Ausbildung so vorzüglich und desshalb das Zutreffen der Messungen so befriedigend, auch die parametrischen Zeichen so ungezwungen, dass man diese Flächen gelten lassen muss, wenn man dem Thatbestand nicht Zwang anthun und das Auge vor ihm verschliessen will. Freilich stellt sich die mannigfaltige Gestaltungsfähigkeit dieses Minerals immer bewunderungswürdiger heraus, je mehr man sich in das Studium seiner einzelnen Erscheinungen vertieft, und in dieser Beziehung wird der Titanit kaum mehr durch ein anderes Mineral übertroffen.

Ungemein interessant ist der Krystallstock, von welchem die Fig. 34 versucht, eine Vorstellung zu geben. Der erste Anschein ist so, dass man glaubt, es seien zwei unserer im Vorhergehenden beschriebenen keilförmigen Krystalle mit oP in entgegengesetzt polarer Lage auf einander gewachsen, also so, dass wenn z. B. der untere Krystall sein spitzes Ende dem Beschauer der Zeichnung zukehrte, der darüber liegende das seinige ihm abwendete. Mit diesem Gegensatz des polaren Verhaltens an sich hat es auch seine unleugbare Richtigkeit; aber merkwürdigerweise gehören die beiden sich so verschieden verhaltenden Hälften nicht zweien, sondern nur einem einzigen Individuum an, in dem Sinn und mit dem Wahrzeichen, dass jede vorhandene Spaltbarkeitsrichtung sich ununterbrochen durch das Ganze fortsetzt, was bei einem Zwilling nach oP natürlicherweise nicht der Fall sein könnte. Aber ein Zwillingsverhältniss finden wir, bei genauerem Zusehen, an unserem Krystallstock dennoch. Der in Fig. 34 schraffirte Theil, die grosse Fläche oP, ist in Wirklichkeit ein besonderer Krystall, eine papierdünne, am Rande mit einspringendem Winkel gegen $P\infty$ und $^2/_3 P$ vorstehende Platte, welche sich zu dem ganzen Uebrigen in Zwillingsstellung befindet, dabei aber nicht ganz durch und durch setzt, sondern auf der linken Seite (der Fig. 34) in dem übrigen Körper nur gleichsam eingetaucht ist und darin ihr Ende findet, so dass diese Platte sich wie in einer Umarmung oder wie in einer Zange von dem übrigen Theil umfasst findet, welchen wir in der Figur unschraffirt gelassen und vorhin als gefügeeinig (homotom) erkannt haben. Wirft man sich die Frage auf, wie dieses so gekommen sein könne, so scheint hier ursprünglich ein polarisch hemimorpher Zwilling nach Art der in den Fig. 26, 27, 32 betrachteten angelegt gewesen zu sein, hierauf aber dessen

eines Individ fortwachsend sich vergrössert und das zweite papierdünne Individ einseitig von der Symmetrieebene des Ganzen überwuchert und umschlossen zu haben, bei welchem letzteren Akt aber merkwürdigerweise die Richtung der diese Sphene beherrschenden polaren Hemimorphie in dem fernerhin zuwachsenden Theile des Krystalles geradezu umgekehrt worden ist. So bildeten sich also an einem und demselben Individ, z. Th. direct zusammenhängend, z. Th. durch einen Zwischenkörper getrennt, zwei Hälften mit entgegengesetzt gerichteter Hemimorphie.

Dieser merkwürdige Krystallkörper ist in der einen Richtung Zollgross, schön urangrün und vollkommen durchsichtig. Einige abgebrochene oder mangelhaft auskrystallisirte Stellen konnten in der Zeichnung folgerichtig ergänzt werden.

Wir haben schliesslich an den hier beschriebenen Zwillingen hemimorph gebildeter Sphene noch ein wichtiges Verhältniss ins Auge zu fassen, nämlich das Gesetz ihrer zwillingischen Verwachsung, welches uns bei näherer Untersuchung in Bezug auf die Drehungsaxe wesentlich verschieden erscheint von dem Gesetz der seither bekannten alpinischen Sphenzwillinge, jener eigentlichen Hemitropieen, welche sich in vielen Lehrbüchern abgebildet finden.

Gemeinschaftlich ist nämlich allerdings allen Titanit-Zwillingen die Eigenschaft, die Basis o P zur Berührungsebene zu haben. Indem man dies ausspricht, hat man aber die gegenseitige Lage der componirenden Individuen, oder Hälften solcher, noch nicht vollständig präcisirt. Es bleibt innerhalb jener Eigenschaft noch Spielraum für Abänderungen, so lange man nicht zugleich mit angibt, um welche Axe ihre Drehung zu denken sei.

In der That finden wir bereits in Naumann's vortrefflichem Lehrbuch der Krystallographie, 1830, Bd. II, S. 345 das Gesetz für die Zwillinge des Titanit in zweierlei Weise ausgedrückt, nämlich:

„Zwillingsaxe die Normale von o P, oder
„Zwillingsaxe die Klinodiagonale.

In der darauf folgenden Beschreibung mannigfaltiger Krystallisationen des Minerals ist indessen nicht weiter Bezug auf die Consequenzen jener Alternative genommen worden, und später, in allen Auflagen seiner „Elemente der Mineralogie“ hat Naumann sogar die Angabe der Klinodiagonale als Zwillingsaxe wieder aufgegeben und nur die Normale zur Basis erwähnt.

Die neuen Zillerthaler Sphen-Zwillinge beweisen, wie nothwendig die Unterscheidung und Annahme einer Drehung um die Klinodiagonale für sie ist.

Ein gewöhnlicher Sphenzwilling ist offenbar als eine eigentliche Hemitropie zu betrachten, d. h. als ein Krystall aus zwei Hälften, deren eine um die Normale auf der Zwillingsebene oP mit 180° gedreht ist.

Betrachtet man jedoch z. B. unseren Zwilling Fig. 27, dessen beide, in der That auch eher wie zwei Individuen als wie zwei Hälften erscheinende, Componenten hemimorph, in unserer Zeichnung oben anders als unten, gestaltet sind. Denke man sich nun an einem Modell diese beiden Componenten zuerst völlig parallel orientirt übereinander gelegt, und stelle sich nun die Aufgabe, sie in die Lage zu bringen, welche sie in Fig. 27 haben, so wird man sich sogleich überzeugen, dass man sie nicht wie jene anderen Zwillinge um eine Normale auf oP drehen darf, sondern dass das einzig zum Ziel führende Verfahren darin besteht, einen der Componenten um seine Klinodiagonale zu drehen. Denn nur auf diese Weise werden auch nach erfolgter Drehung die gleichartigen Enden beider Componenten wieder zusammen zu liegen kommen. Mit eigentlichen Hemitropien, in so fern bei diesen die Drehung immer um eine Normale zur Zwillingsebene erfolgen muss, hat man es also hier gar nicht zu thun.

Es ergibt sich also die Nothwendigkeit für die Zwillinge des Titanit das allgemeine Bildungsgesetz:

Berührungsebene die basische Fläche oP

in folgender Weise zu zerfällen:

Zwillingsaxe entweder:

1) die Normale von oP (Hemitropien v. Gotthard, Pfitsch u. s. w.) oder

2) die Klinodiagonale (Hemimorphe Zwillinge vom Zillerthal).

Linarit (Bleilasur) aus Cumberland.

(Fig. 21 bis 25.)

Dies prachtvoll krystallisirfähige noch immer nicht häufige Mineral gehörte lange Zeit zu den allerseltensten, da man es ausser derb nach zweifelhafter Angabe von einem Spanischen Fundort (Linares), mit Sicherheit nur von Leadhills her kannte. Die Suzanna-vein daselbst lieferte es in Krystallen, welche von Sowerby entdeckt, jedoch verkannt,

nämlich für Kupferlasur gehalten wurden (Mineralogie von England, III, 5). Aber kurze Zeit darauf, erhielt man durch Brooke's verdienstliche Untersuchungen nähere Belehrungen über alle wesentlichen Eigenschaften des neuen Minerals, welche eine Reihe von Jahren hindurch eine thatsächliche Erweiterung kaum mehr gefunden haben, nämlich bis 1858, wo dann Greg an den Krystallen des 1852 an neuen Cumberländischen Fundorten entdeckten Linarites eine ganze Anzahl neuer Formen beobachtete (Greg & Lettsom, Min. of Great-Britain, p. 395). Was man aber in den von 1837 an bis heute erschienenen ausführlicheren Handbüchern der Mineralogie über dies Mineral findet, beschränkt sich im Wesentlichen auf die Resultate von Brooke's Beobachtungen und ist nur verschiedentlich dargestellt, je nach der Methode des einen oder anderen Authors.

Von Brooke war das Mineral Cupreous Sulphate of lead, auch Linarit benannt worden. Seine Analyse ergab als Bestandtheile:

75,4 Schwefelsaueres Bleioxyd,
18,0 Kupferoxyd,
4,7 Wasser.

Eine im Jahr 1840 von Thomson wiederholte Analyse brachte etwas abweichend

$$\dot{\text{Pb}}\,\dddot{\text{S}} = 74,8$$
$$\dot{\text{Cu}} = 19,7$$
$$\dot{\text{H}} = 5,5$$

beides ziemlich entsprechend einem $\dot{\text{Pb}}\,\dddot{\text{S}} + \dot{\text{Cu}}\,\dot{\text{H}}$, einer Verbindung von gleichen Aequivalenten Bleisulphat mit Kupferoxydhydrat. Auch ermittelte Brooke durch Messungen den monoklinen Character mit orthodiagonaler Streckung und berechnete eine theoretische Grundform, unter Annahme der besten Spaltungsrichtung als $\infty \bar{P} \infty$ und der zweiten als eines positiven Hemiorthodomas. Dieselbe Grundform wurde beibehalten von Mohs & Zippe (1839), Breithaupt (1841), Hausmann (1847), Naumann (1850 bis 1859). In alle diese vortrefflichen Werke hat sich jedoch dabei ein Irrthum vererbt, der gewiss früher bemerkt worden wäre, wenn man sich überhaupt mehr mit dem seltenen Mineral beschäftigt hätte. Die Annahmen:

$$\text{Schiefer Winkel } C = 84^\circ\, 15'$$
$$+\bar{P}\infty : \infty\bar{P}\infty = 77^\circ\, 15'$$
$$-\bar{P}\infty : \infty\bar{P}\infty = 74^\circ\, 25'$$

sind nämlich, wovon man sich in wenigen Minuten durch eine Linearconstruction überzeugen kann, unter sich unvereinbar, weil eine positive Fläche mit der Neigung 77° 15′ zur Hauptaxe ein d o p p e l t so grosses Stück dieser Letzteren abschneidet, als es durch $-\bar{P}\infty$ geschieht. Mithin müsste entweder erstere Fläche das Zeichen $+2\bar{P}\infty$, statt

$+P\infty$ oder letztere $-\frac{1}{2}P\infty$ statt $-P\infty$ erhalten. Brooke's Grundform erfordert das erstere. Es muss also stehen:

$$+2P\infty : \infty P\infty = 77^0\ 15'$$
$$-P\infty : \infty P\infty = 74^0\ 25'$$

Miller (Phill. Min. 1852) führte, unter geringer Abänderung der alten Neigungswerthe, eine neue Grundform ein, indem er nämlich die zweite Spaltungsrichtung zur basischen Endfläche nahm, mit Beibehaltung der ersten als $\infty P\infty$.

Hierdurch wird also:

$2P\infty$	der	Brooke'schen	Grundform	zu	oP	der	Miller'schen;
$-P\infty$	„	„	„	„	$P\infty$	„	„
oP	„	„	„	„	$\frac{2}{3}P\infty$	„	„ u. s. w.[12])

Bis zu der Zeit, da Miller's Bearbeitung von Phillips's Mineralogie erschien, kannte man keine anderen Linarit-Flächen, als die, welche schon Brooke beobachtet hatte, und welche sich in Fig. 84 von Mohs-Zippe, Fig. 335 von Dufrénoy und Fig. 550 von Miller abgebildet finden. Sie haben die folgenden Zeichen, unter Beziehung auf Miller's Grundform:

$$\underset{a}{\infty P\infty} \,.\, \underset{b}{\infty P\infty} \,.\, \underset{c}{oP} \,.\, \underset{d}{\tfrac{1}{8}P\infty} \,.\, \underset{o}{\tfrac{2}{3}P\infty} \,.\, \underset{t}{\tfrac{5}{6}P\infty} \,.\, \underset{u}{2P\infty} \,.\, \underset{M}{\infty P} \,.\, \underset{s.}{P\infty}$$

Man sieht, dass mit Ausnahme des Klinopinakoids b und Prismas M alle Flächen sich auf die eine verticale Zone beschränken, welche von der Orthodiagonale als Axe beherrscht wird. In der That bieten die bis dahin ausschliesslich genauer gekannten Krystalle von Leadhills keine anderen Formen. Eine pyramidale Grundform $(111) = P$ ist auch bei Miller nur ein theoretisches Requisit[13]) und findet sich nicht unter den beobachteten Flächen.

Uebrigens findet sich bei Miller bereits, und wohl zum erstenmale, auch Cumberland als Heimath des Linarit erwähnt. Dennoch scheinen die ausgezeichneten reichgegliederten Krystalle dieser Localität anfangs noch nicht gefunden, oder längere Zeit hindurch wenigstens nicht recht bekannt geworden zu sein; denn sogar noch 1856 finden sich in Dufrénoy's Traité de Minéralogie nur die alten von Brooke herrührenden Angaben. Die Grundform Miller's ist von Dufrénoy angenommen worden; Miller's $c = oP$ hat bei Dufrénoy P, das Levy'sche Zeichen einer basischen Endfläche.

Endlich aber in der 1858 erschienenen Mineralogy of Great Britain von Greg & Lettsom erhält man wieder neue Beobachtungen in einer mit einigen Abbildungen

---

[12]) Vergl. die unten folgende Tabelle.

[13]) S. 555, Z. 3, findet sich $111,010 = 50^0\ 26'$, als einer der drei zur Berechnung dienenden Grundwerthe. Letztere stützen sich unverändert auf die alten Brooke'schen Messungen.

begleiteten Beschreibung der Krystalle von Mexico mine, Red Gill und von Roughten Gill bei Keswick in Cumberland, woselbst sie, zwar in der Regel nur klein, doch auch in der vollkommensten und glänzendsten Ausbildung bis zu Zollänge und Viertelzolldicke vorgekommen seien. So gibt nun Greg eine Anzahl von nicht weniger als neun neu beobachteten Flächen, allerdings aber nicht parametrisch bestimmt.

Da er aber für die meisten derselben einen beobachteten Winkelwerth und eine Zone liefert, so lassen sich die parametrischen Verhältnisse in diesen Fällen schon aus seinen Angaben entwickeln. Bei einigen Flächen haben diese letzteren allerdings nicht ausgereicht. Für diese ist mir aber die Gelegenheit zu eigener Beobachtung an einigen vorzüglichen, in meinem Besitz befindlichen Exemplaren zu Hülfe gekommen, so dass ich die neun Greg'schen Flächen zu interpretiren und in krystallographische Zeichen zu übersetzen vermochte, worüber sich das Nähere weiter unten ausgeführt finden wird. Die neuen Greg'schen Flächen entsprechen, nach Miller's Grundform, folgenden Zeichen:

$$\infty \bar{P} 2 \,.\, \tfrac{3}{2} \bar{P} \infty \,.\, -\bar{P} \infty \,.\, \bar{P} \infty \,.\, \tfrac{1}{2} \bar{P} \infty \,.\, 2P \,.\, 2\bar{P}2 \,.\, \tfrac{8}{3} \bar{P} \tfrac{4}{3} \,.\, \tfrac{8}{7} P 8.$$

l x y r w n g m z.

Hierunter sind also: 2 Orthodomen x.y
1 Prisma l.
2 Klinodomen w.r
4 Hemipyramiden ngmz.

Den grössesten Theil dieser Flächen habe ich das Vergnügen gehabt, an meinem einen Exemplar wieder zu begegnen, begleitet von einer weiteren neuen Hemipyramide +P, welcher noch das Buchstabenzeichen e beigelegt werden möge. Die von mir in den prächtigsten Krystallen beobachtete Combination ist vollständig diese:

$$\infty P \,.\, \infty P \infty \,.\, oP \,.\, 2\bar{P} \infty \,.\, -\bar{P} \infty \,.\, \tfrac{1}{2} \bar{P} \infty \,.\, \bar{P} \infty \,.\, P \,.\, 2P2 \,.\, \tfrac{8}{7} \bar{P} 8.$$

M a c u y w r e g z.

Abgebildet findet sich diese Combination in Fig. 22 orthographisch aus der Richtung der Orthodiagonale, in Fig. 24 perspectivisch ungefähr aus derselben Richtung, aber etwas gewendet, und Fig. 21 mit dem Blick normal zur basischen Fläche. Den Zonenzusammenhang der meisten bis jetzt gekannten Linaritflächen ersieht man aus Fig. 25.

Auch Greg hat, wie alle seine Vorgänger, welche den Linarit besprochen haben, die Messungsergebnisse, welche dem ganzen System von Seiten Brooke's gleich Anfangs zu Grunde gelegt wurden, als ein noli me tangere behandelt und unverändert angenommen. Ein von mir abgelöster, den Figuren ähnlich gestalteter Krystall, ist seiner Flächenbeschaffenheit nach so ausgezeichnet zu den genauesten, die Feststellung von

Grundverhältnissen bezweckenden Messungen geeignet, dass ich diese Gelegenheit zu einer näheren Untersuchung sorgfältig zu benützen mir habe angelegen sein lassen. Und in der That habe ich in Folge dessen von den seither gangbaren Angaben nicht unbedeutend abweichende Resultate erhalten, welche mich veranlasst haben, das ganze Linaritsystem neu zu berechnen.

Die Beibehaltung der Miller'schen Axenlage empfahl sich aus mehreren Ursachen; erstlich weil sie den beiden durch ihre Spaltbarkeit physikalisch ausgezeichneten Flächen den Character von Coordinatebenen ertheilt, wobei die basische Endfläche zugleich eine der beständigsten und in die Augen fallenden Linaritflächen ist; dann aber auch, weil man bei Miller's Grundform weit einfachere Flächenzeichen erhält, als bei der alten Brooke'schen. Unsere untenfolgende Tabelle, in welcher die Symbole nach beiden Grundformen neben einander stehen, wird dies deutlich zeigen. Ich habe daher in der ferneren Besprechung, gleich wie in der Tabelle der Neigungswerthe und den Figuren nur die Miller'sche Grundform unterstellt.

Zu den Messungen hat nur der einzige aber unübertrefflich gut gebildete und spiegelnde erwähnte Krystall Fig. 21 bis 24 gedient. Da er vollkommen alles leistete, was man nur wünschen mochte, so habe ich mich weiterer Zerstörung des schönen Exemplares, dem er entnommen war, enthalten. Das mir dienende Instrument ist einfach, aber sehr genau gearbeitet, mit einer guten Einrichtung zur genauen Centrirung und einem Spiegel versehen, und da ich bei denjenigen Messungen, welche die Ermittelung der Constanten zum Zweck hatten, mit grosser Sorgfalt verfuhr, so glaube ich ihre Richtigkeit bis auf allenfalls 2 bis 3 Minuten verbürgen zu können.

Da die Neigung des Orthopinakoids sowohl zur Basis als zu einem Orthodoma, ferner des Prisma ∞P vollkommen genau gemessen werden konnten, so bot sich in den drei hierbei zu erhaltenden Neigungswerthen der bequemste Ausgang zur Berechnung der Grunddimensionen.

Ich fand bei 10 Messungen, welche nicht über 4 Minuten differirten, für:

oP : ∞P̶∞ als Mittel 102° 32,7′, statt dessen ich annehme 102° 33′

Nach Brooke 102° 45′

Ferner bei 5 Messungen mit Differenz 5 Minuten für:

2P̶ : ∞P̶∞ als Mittel 127° 22,4′. Nach Brooke 128° 6′

Endlich bei 7 Messungen mit 5 Minuten grössester Differenz für:

∞P : ∞P Mittel = 118° 23,7′, wofür zu nehmen 118° 24′

Bei Brooke = 119°

Aus diesen 3 Werthen berechnen sich nun die Grunddimensionen des Linarit wie folgt:

Hauptaxe = 0,4813411
Klinodiagonale = 1
Orthodiagonale = 0,5818762
Schiefer Winkel = 77° 27′

Die bis jetzt am Linarit beobachteten 20 Theilgestalten sind nun die folgenden:

Flächen des Linarit.

	Grundform nach		Buchstaben bei		
	Miller.	**Brooke.**	**Miller.**	**Greg.**	
Basische Endfläche	o P	2 P ∞	c	P	Zweite Spaltungsrichtung, weniger gut.
Klinopinakoid . .	∞ P ∞	∞ P ∞	b	b	
Orthopinakoid . .	∞ P ∞	∞ P ∞	a	a	Erste Spaltungsrichtung, sehr vollkommen.
Prisma . . .	∞ P	∞ P	m	M	
„ . . .	∞ P 2	∞ P 2		l	Greg gemessen l : a = 140° 38′. Die Rechnung gibt 140° 0′ 41″
Orthodoma, positiv	1/8 P ∞	8/5 P ∞	d	d	
„ „	2/3 P ∞	o P	o	o	
„ „	5/6 P ∞	- 1/2 P ∞	t	t	
„ „	P ∞	- P ∞	s	s	
„ „	3/2 P ∞	- 5/2 P ∞		x	Von Greg gefunden x : a = 117° 30′. Berechnet 117° 20′ 32″
„ „	2 P ∞	- 4 P ∞	u	u	
„ „	7 P ∞	- 19 P ∞			Von Peters beob., zwischen s u. a, u. gemessen : a = 163° 20′. Für 7 P ∞ ber. 162° 47′ 38″. Vgl. S. 271.
„ negativ	- P ∞	5 P ∞		y	Von Greg gefundeu y : a = 125° 30′. Berechnet 125° 35′ 33″
Klinodoma . . .	P ∞	3 P 3/2		r	„ „ „ r : o P = 141° 25′ „ 141° 4′ 50″
„ . . .	1/2 P ∞	2 P 4/3		w	„ „ „ w : o P = 158° 8′ „ 158° 0′ 52″
Hemipyramide, positiv	P	- 3 P 3			Hbg. Die neu beobachtete Fläche e. Fig. 21—24. Tautozonal in o P . P . ∞ P und ∞ P ∞ . 2 P 2 . P . P ∞ .
„ „	2 P	- 6 P 3/2		n	Von Greg zwischen M und P, d. i. ∞ P und o P gefunden, könnte also ein + m P oder ein — m P sein. Er gibt ferner nur an ∞ P : n = 151° 10′; für — 2 P würde die Rechnung = 153° 28′ 41″ erfordern, für + 2 P : ∞ P dagegen = 150° 40′ 16″; ist also + 2 P.
„ „	2 P 2	- 4 P 4/3		g	Von Greg unsicher angegeben. Er gibt mit einem Fragezeichen die Zone M g t an, welche in der That unrichtig ist. Nach meiner Beobachtung muss g in die Zone M g s fallen. Greg gibt aber zugleich M : g = 137° 20′ und obgleich mit einem abermaligen ? versehen, stimmt doch diese Messung nicht schlecht. Ich berechne = 137° 1′ 0″ und mass 137° 4′. Am Krystall Fig. 21-24 ist diese Fläche eine der grössesten und vollkommensten. Bestätigt sich als Reihenglied in: ∞ P . 2 P 2 . 8/7 P 8 und ∞ P ∞ . 2 P 2 . P . P ∞ .

Flächen des Linarit, (Fortsetzung.)

	Grundform nach Miller,	Brooke.	Buchstaben bei Miller.	Greg.	
Hemipyramide, positiv	$^8/_3$ P $^4/_3$	-6 P $^{12}/_{11}$		m	Greg beobachtete m tautozonal zwischen ∞P und $^2/_3$ P∞ und fand ∞P : m = 150° 5′. Beiden Erfordernissen entspricht $^8/_3$ P $^4/_3$, welches geneigt zu ∞P = 150° 40′ 12″
„ „	$^8/_7$ P 8	-$^{10}/_7$P$^{10}/_3$		z	Viele Linaritkrystalle zeigen eine unvollkommen gebildete gekrümmte Fläche, so gelegen, wie es Greg's Fig. 4ª bei z ungefähr andeutet. Er gibt aber nichts weiter an, als M : Z = 94°. Diese eine Angabe würde zur Bestimmung nicht ausreichen, wenn sie auch nicht mit einem ? begleitet wäre. Unser Krystall Fig. 21–24 hat diese Fläche so ungewöhnlich gut gebildet, dass eine Zone, ∞P. 2P2.z, festgestellt und das Zeichen $^8/_7$ P∞ aus denjenigen weiteren Messungsergebnissen berechnet werden konnte, welche aus der nachstehenden Tabelle ersichtlich sind. Von Greg's Angabe = 94° weicht z : M = 105° 3′ 7″ allerdings bedeutend ab.

Neigungswinkel, wenn Axe a:b:c = 0,5818762 : 1 : 0,4813411
Schiefer Winkel C = 77° 27′

		Berechnet.	Bei Miller angegeben.	Beobachtet Greg.	Hessenberg.
oP : ∞P∞	c : a	102° 33′	102° 45′		102° 33′
„ : 7P∞	c : *	94° 39′ 22″			
„ : 2P∞	c : u	130° 5′ 0″	129° 40′ Dufr.		130° 7′
„ : $^3/_2$P∞	c : x	140° 6′ 28″			
„ : P∞	c : s	152° 18′ 47″	151° 40′ „		
„ : $^5/_6$P∞	c : t	156° 47′ 50″	156° 10′ „		
„ : $^2/_3$P∞	c : o	161° 23′ 28″	161° 30′ „		161° 30′
„ : $^1/_8$P∞	c : d	176° 35′ 40″	176° 35′ „		
„ : -P∞	c : y	156° 57′ 27″			156° 52′
∞P∞ : 7P∞	a : *	162° 47′ 38″	163° 20′ (Peters)		
„ : 2P∞	a : u	127° 22′ 0″	128° 6′		127° 22′
„ : $^3/_2$P∞	a : x	117° 20′ 32″		117° 30′	
„ : P∞	a : s	105° 8′ 13″	105° 35′		
„ : $^5/_6$P∞	a : t	100° 39′ 55″	101° 1′		
„ : $^2/_3$P∞	a : o	96° 3′ 32″	96° 18′ [12])		
„ : $^1/_8$P∞	a : d	99° 8′ 40″	99° 16′		
„ : -P∞	a : y	125° 35′ 33″		125° 30′	

[12]) ∠ C in Naum. El. = 84° 15′ = 95° 45′.

		Berechnet.	Bei Miller angegeben.	Beobachtet	
				Greg.	Hessenberg.
oP : ½P∞	c : w	158° 0′ 52″		158° 8′	157° 55′
„ : P∞	c : r	141° 4′ 50″		141° 25′	141° 0′
„ : ∞P∞	c : b	90° 0′ 0″	90°		90°
½P∞ : P∞	w : r	163° 3′ 58″			
„ : ∞P∞	w : b	111° 59′ 8″			
P∞ : ∞P∞	r : b	128° 55′ 10″			
„ : ∞P∞	r : a	99° 43′ 59″			
½P∞ : ∞P∞	w : a	101° 37′ 26″			
∞P∞ : ∞P2	a : l	140° 0′ 41″		140° 38′ 0″	
„ : ∞P	a : M	120° 48′ 0″	120° 30′		
„ : ∞P∞	a : b	90° 0′ 0″	90°		
∞P2 : ∞P	l : M	160° 47′ 19″			
„ : ∞P∞	l : b	129° 59′ 19″			
∞P : ∞P	M : M	118° 24′ 0″	119°		118° 24′
„ : ∞P∞	M : b	149° 12′			
∞P2 : ∞P2	l : l	79° 58′ 38″			
∞P : oP	M : c	96° 23′ 17″		96° 25′	
„ : „	„ : „	83° 36′ 43″			
P : ∞P∞	e : b	128° 36′ 29″	129° 34′		
„ : ∞P∞	e : a	101° 46′ 27″			
„ : oP	e : c	133° 47′ 7″			133° 35′
„ : ∞P	e : M	129° 49′ 36″			129° 35′
2P : ∞P∞	n : b	123° 19′ 23″			
„ : ∞P∞	n : a	111° 33′ 17″			
„ : oP	n : c	112° 56′ 27″			
„ : ∞P	n : M	150° 40′ 16″		151° 10′	
„ : P	n : e	159° 9′ 20″			
2P2 : ∞P∞	g : b	123° 19′ 23″			
„ : ∞P∞	g : a	120° 28′ 22″			
„ : oP	g : c	122° 33′ 0″			122° 29′
„ : ∞P	g : M	137° 1′ 0″		137° 20′ ?	137° 4′
8/3P4/3 : ∞P∞	m : b	138° 10′ 0″			
„ : ∞P∞	m : a	119° 28′ 10″			
„ : oP	m : c	109° 25′ 56″			
„ : ∞P	m : M	150° 40′ 12″		150° 5′	
8/7P8 : ∞P∞	z : b	96° 22′ 56″			
„ : ∞P∞	z : a	108° 42′ 23″			
„ : oP	z : c	148° 2′ 43″			148° 41′
„ : ∞P	z : M	105° 3′ 7″			105° 20′
„ : 2P2	z : g	148° 2′ 7″			148° 25′

An Krystallen von Dolea bei Rezbanya hat unlängst Peters (1861, Sitzber. d. Wien. Ak. XLIV, 168), welcher ebenfalls die Miller'sche Grundform beibehält, ein neues Orthodoma (nicht Klinodoma, wie es l. c. aus Versehen heisst) gefunden in Combination mit $\infty P \infty . oP . P \infty . \infty P . \infty P \infty$. Er fand dasselbe gegen $\infty P \infty$ geneigt $= 163^0 20''$ wonach es das Zeichen $7 P \infty$ zu erhalten hat, für welches die Rechnung $162^0 47' 38'$, erfordert, nicht $\frac{9}{2} P \infty$, wie Peters irrthümlich angibt; denn dieses müsste $153^0 24'$ zu $\infty P \infty$ geneigt sein. Als $7 P \infty$ habe ich die Fläche daher auch in die vorstehenden Tabellen aufgenommen.

Es ist bekannt, dass viele Linaritkrystalle hemitropische Zwillinge sind, indem sie die Hauptspaltungsfläche $\infty P \infty$ als Zusammensetzungsebene haben. Auch an den Cumberländer Krystallen bestätigt sich dies und Fig. 23 zeigt den mir vorliegenden Gruppenkrystall, welcher sich am einen Ende zwillingisch verhält, aber eines seiner beiden Individuen über das andere hinaus fortwachsen und sich am entgegengesetzten Ende als einfacher Krystall ausbilden lässt.

In guten Krystallen ist der Linarit bis jetzt noch immer selten geblieben, obgleich die Zahl der Fundorte des Minerals in rascher Vermehrung begriffen ist. Ein früheres seltenes Vorkommen desselben zu Schneeberg, derb und krystallisirt, aber nicht so schön als in Cumberland, erwähnte v. Hornberg, Korresp.-Blatt des zool. min. Vereins in Regensburg, 1857, S. 170. Karl Koch fand den Linarit als krystallinischen Ueberzug auf alten Handstücken von den Gruben Aurora und Thomas im Dillenburgischen (Jahrb. Ver. für Natk. in Nassau 1857, S. 397). F. Sandberger (Pogg. Ann. 1858, Bd. 105, S. 615) fand das Mineral von Nassau a. d. Lahn auf Gangtrümern als Zersetzungsproduct aus Kupferkies und Bleiglanz entstanden, in Gestalt von fettglänzenden Rinden, begleitet von Brochantit.

Auch von einem Sibirischen Fundort kennt man jetzt den Linarit durch eine Mittheilung von Kobell's (1861, Journ. f. pract. Chem. 83, 454), welcher ein Bleierz aus Nertschinsk in der Leuchtenbergischen Sammlung chemisch und goniometrisch als Linarit erkannte.

Bereits im Jahr 1851 gab Haidinger (Jahrb. d. Geol. Reichsanstalt, Jahrg. II, 2, S. 78) Nachricht über seine interessanten Beobachtungen von Pseudomorphosen an Stufen mit von ihm als solcher erkanntem Linarit, derb und krystallisirt von Rezbanya. Er fand in Drusenräumen Linaritkrystalle von 2 Mm. Grösse, welche an ihrem freien Ende noch unverändert, am aufgewachsenen aber mit Beibehaltung ihrer Form in ein Aggre-

gat kleiner, deutlicher Weissbleierzkrystalle umgewandelt waren, eine Pseudomorphose, welche er sich durch Annahme aufsteigenden kohlensäurehaltigen Wassers erklärte.

Zehn Jahre später (1861. Sitzber. d. Wien. Ak. XLIV, S. 168) hat Peters diesen, von Haidinger bereits nach ihrer Wichtigkeit gewürdigten Verhältnissen erneuerte Aufmerksamkeit zugewandt und ihre Erkenntniss nach einer neuen Seite hin vervollständigt. Er überzeugte sich an Stufen von der Erzlagerstätte zu Dolea unweit Rezbanya, dass bei der überall zu begegnenden Umwandlung des Linarits zu Weissbleierz, sich stets Malachit ausscheide und häufig neben letzterem sich vorfinde; dass aber der Linarit selbst ein vorheriges Erzeugniss der Oxydation von auf der Lagerstätte häufigen Bleiglanz- und Kupferkies-Gemengen sei. So bilde der Linarit das vermittelnde, unumgängliche Zwischenglied der Umwandelung dieser Schwefelmetalle in Malachit und Weissbleierz, mit welchen er innig vergesellschaftet sei und in welche er ersichtlich von Theilchen zu Theilchen übergehe. Die Schwefelmetalle oxydiren (vitriolesciren) zu Linarit; dieser zerfällt unter der Einwirkung kohlensaurer alkalischer Lösungen zu Weissbleierz und Malachit.

Was man an Englischen Stufen beobachten kann, stimmt ganz überein und offenbar erlangt der Linarit durch dieses Verhalten eine grössere Wichtigkeit für die theoretische und praktische Beurtheilung der Genesis vieler Erzlagerstätten. Denn es ist kein Zweifel, dass diese Umwandelungsvorgänge eben wegen ihrer Gesetzlichkeit und wegen der Einfachheit und Häufigkeit der ihnen zum Ausgang dienenden Naturkörper und Agentien eine grössere Allgemeinheit in ihrem Auftreten haben werden. Dass man ihre Spur noch nicht allgemeiner aufgefunden, hat gewiss seinen Hauptgrund in der Aehnlichkeit des Linarits in seinen verschiedenen weniger deutlichen Erscheinungsformen mit der Kupferlasur, mit welcher er sicherlich häufig verwechselt worden und von welcher er künftig in vielen Fallen unterschieden werden wird, wenn dem Gegenstand einmal vermehrte Aufmerksamkeit zugewendet sein wird, was sehr zu wünschen ist.

Die Umwandelung des Linarit in Weissbleierz bewegt sich, wie Peters beobachtet hat, in den kleinsten Dimensionen. An demselben Stück benachbart findet sich frischer Linarit und die beiden Umwandelungsproducte desselben. Bekanntlich sind ähnliche Erscheinungen an Pseudomorphosen ungemein häufig. Solche ins Kleine lokalisirte Vorgänge begreifen sich offenbar leichter, wenn man sie sich nicht als vermittelt durch fluthende oder alle Räume erfüllende Flüssigkeiten vorstellt, sondern wie Volger gelehrt und in seinen Schriften an vielen Orten ausgeführt hat, als die Wirkungen einer

Durchfeuchtung, einer äusserst feinen mechanischen Zertheilung der flüssigen Agentien und einer capillaren Beweglichkeit derselben, selbst innerhalb der kleinsten, sinnlich nicht mehr wahrnehmbaren Räume. Nur so können diese flüssigen Agentien ortlich engbeschränkte Wirkungen ausüben und selbst wieder Gegenwirkungen unterliegen, welche, von den kleinsten einzelnen Punkten ausgehend, auf ihre unmittelbare Nähe beschränkt bleiben können.

Kupferuranit (Chalkolith).

An guten Krystallen von Redruth von zwei verschiedenen Exemplaren habe ich Messungsresultate erhalten, welche auffallend von den Angaben Levy's, welche sich bei Durénoy finden und von da in Miller's Mineralogie übergegangen sind, abweichen, während sie doch befriedigend nahe mit den im Jahr 1828 in Naumann's Mineralogie gegebenen übereinstimmen.

Unter Beibehaltung von Naumann's Grundform, (welche sich bei Miller mit einer anderen vertauscht findet) haben die von mir beobachteten Krystalle die Form:

$$o P \,.\, P \,.\, \tfrac{3}{10} P \,.\, P \infty \,.\, \infty P \infty \,.$$

Im Mittel aus 12 Messungen an fünf Krystallen, wobei 16 Min. grösseste, Differenz fand ich: $P : o P = 108^0\ 38'$.

Hieraus berechnet sich die Hauptaxe = 2,097088

und für P die Mittelkante	= 142° 44′	, bei Naumann 1828	=	143° 2′
„ „ „ Polkante	= 95° 51′ 33″	„ „ „	=	95° 46′
„ P ∞ „ Mittelkante	= 129° 0′ 41″	„ „ „	=	129° 24′
„ „ „ Polkante	= 100° 40′ 35″			

Hiermit die Angaben Levy's, wie sie sich bei Miller vorfinden, zu vereinigen, bin ich nicht im Stande. Die Seitenaxen sind bei Letzterem um 45° gegen die Naumann'schen gedreht, so dass Naumann's Protopyramiden m P von Miller als Deuterpyramiden m P ∞ angesehen werden. Solcher Pyramiden gibt er nun viere an, aber alle über einander liegend, keine einzige der anderen, gewendeten Ordnung, von deren häufigem Auftreten man sich doch leicht überzeugen kann. Jene vier Pyramiden werden angegeben geneigt zu o P:

$$x = 147^0\ 56';\quad s = 140^0\ 7';\quad e = 128^0\ 35';\quad r = 111^0\ 45'.$$

Unter diesen Angaben ist aber keine einzige, welche auf die Naumann'sche, von uns bestätigte Pyramide P (108° 38′ : o P) bezogen werden könnte, und doch ist diese Form die allergewöhnlichste, welche in den meisten Fällen die Uranitkrystalle der verschiedenen Fundorte beherrscht.

Da aber auch der Versuch nicht gelingt, die Levy'schen Werthe überhaupt in irgend eine einigermassen einfache parametrische Beziehung zu unserem P zu bringen, so bleiben die Angaben, wie sie bei Miller stehen, in der That räthselhaft und eine Aufklärung erscheint um so wünschenswerther, als nun auch Naumann in der so eben erschienenen sechsten Auflage seiner vortrefflichen Elemente der Mineralogie sich leider hat bewegen lassen, seine eigenen früheren richtigen Angaben zu verlassen und ein P, zu o P nach Miller mit 111° 45′ geneigt aufzunehmen.

Die an mehren Krystallen gefundene schmale Fläche $^{3}/_{10}$P ist neu. Ihre Neigung zu o P, gefunden = 138° 10′, berechnet sich zu 138° 20′ 24″.

Greg & Lettsom haben die Miller'schen Angaben abgeschrieben, gaben aber ausserdem eine Pyramide u mit 109° 34′ : o P an, also Naumann's altes P, mit einer Differenz von ungefähr einem Grad. Ausserdem haben Greg & Lettsom auch noch eine Pyramide 0 mit 136° 45′ : o P, möglicherweise identisch mit unserem $^{3}/_{10}$P.

Die Hand und der Fuss.

Ein Beitrag zur vergleichenden Osteologie der Menschen, Affen und Beutelthiere.

Von

Prof. Dr. Joh. Christian Gustav Lucae.

(Dem Herrn Geheimen Hofrath S. F. Stiebel zum 50jährigen Doctor-Jubiläum gewidmet).

Tafel XXXV—XXXVIII.

Th. H. Huxley sagt in seiner durch die Uebersetzung von V. Carus auch in Deutschland unter dem grösseren Publikum hinreichend bekannten Schrift: Evidence as to man's place in nature. London 1863 pg. 102:

„Auf den ersten Blick sieht (beim Gorilla) das Ende der Hinterextremität sehr handähnlich aus, und da dies bei vielen der niederen Affen noch mehr der Fall ist, so ist es nicht zu verwundern, dass der Ausdruck Quadrumana oder Vierhänder, den Blumenbach von den ältern Anatomen annahm und Cuvier unglücklicherweise zur geläufigen Bezeichnung machte, eine so verbreitete Annahme als Name für die Gruppe der Affen finden konnte. Aber die oberflächlichste anatomische Untersuchung weist sofort nach, dass die Aehnlichkeit der sogenannten „hintern Hand" mit einer wirklichen Hand nur bis auf die Haut geht, nicht tiefer, und dass in allen wesentlichen Beziehungen die Hinterextremität so entschieden mit einem Fusse endigt wie die des Menschen."

„Und so kommt denn der vorausblickende Scharfsinn des grossen Gesetzgebers der systematischen Zoologie, Linné, zu seinem Rechte: ein Jahrhundert anatomischer Untersuchung bringt uns zu seiner Folgerung zurück, dass der Mensch ein Glied derselben Ordnung ist wie die Affen und Lemuren."

E. Burdach (Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Affen) sagt, dass sowohl die vordern als die hintern sogenannten Hände der Affen diese Benennung nicht verdienen.

Ludwig Fick, „Hand und Fuss" (Müllers Archiv 1857) resümirt seine Betrachtung dahin, dass aus dem Mechanismus der Extremitäten zwischen Menschen und

höheren Affen ein specifischer Organisationsunterschied nicht abgeleitet werden kann; dieser Unterschied also in andern Theilen aufgesucht werden muss.

Ganz einen entgegengesetzten Eindruck als auf den englischen Anatomen hat der Fuss des Gorilla auf uns gemacht. Beim Anblick desselben in seiner Haut frappirt er in hohem Grad durch seine Sohle und die Kürze der Finger, und man wird überraschend an die Fussbildung des Menschen erinnert; aber gerade die genauere Betrachtung des Skelets führt uns zu einer entgegengesetzten Ansicht.

Huxley giebt folgende anatomische Merkmale an, welche den Fuss des Menschen von dessen Hand unterscheiden,

1) die Anordnung der Fusswurzelknochen,
2) den Besitz eines kurzen Beugemuskels und eines kurzen Streckmuskels,
3) den Besitz des musc. Peroneus longus.

Hierzu sagt Huxley pg. 106: „Jeder Affe und Lemur zeigt die charakteristische Anordnung der Fusswurzelknochen, besitzt einen kurzen Beuger und Strecker und einen Peroneus longus. So verschiedenartig die relativen Verhältnisse und die Erscheinungen des Organes sein mögen, so bleibt die terminale Abtheilung der hintern Extremität im Plane und Grundgedanke des Baues ein Fuss und kann in dieser Hinsicht nie mit einer Hand verwechselt werden.

Könnte man aber nicht mit Recht fragen, bei welchem Säugethier bleibt denn die terminale Abtheilung der hintern Extremität im Plane und Grundgedanke des Baues nicht ein Fuss? Ich glaube, man wird trotz der mannichfachen Form (ausser den Cetaceen) keines finden. Der Fuss der Löwen oder der Phoca besitzt dieselbe Anordnung der Fusswurzelknochen, besitzt einen kurzen Beuge- und Streckmuskel und einen Peroneus, ist aber darum noch lange nicht ein dem menschlichen Fusse gleiches Gebilde. Ebenso bleibt die terminale Abtheilung der Vorderextremität im Plane und Grundgedanke beim Affen ein Vorderfuss, trotzdem sich bei ihm mehr oder weniger eine Hand entwickelt findet, und wenn auch die Vordertatze des Löwen einen Flexor sublimis und profundus gleich dem Affen und eine im Ganzen ähnliche Anordnung der Handwurzelknochen hat, so ist sie doch noch keine Hand. Die verschiedenartigen relativen Verhältnisse der Grundgebilde sind es aber, die gerade hier eine Hand und dort eine Tatze zuwege bringen. Wollten wir die genetischen Entwickelungsverhältnisse, wie sie uns die vergleichende Anatomie und Physiologie lehrt und wie sie uns Gegenbaur in seiner Schrift[1]) über den Carpus und den Tarsus so lichtvoll vorführt,

[1]) Gegenbaur, Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere. Leipzig 1864.

als Grundmaass anlegen, dann würden wir noch weniger Unterschiede in der Anordnung der Hand-und Fusswurzelknochen finden. Wir haben es in der Systematik aber mit dem vollständig ausgebildeten Organ des vollkommen entwickelten Thierkörpers zu thun, und dafür sind obige Unterscheidungen zu mangelhaft und die verschiedenartigen relativen Verhältnisse und Formen des Organs zu gewichtig. Endlich hat es die Anatomie doch aber nicht blos mit der Zahl und Anordnung der Gebilde, sondern auch mit deren Gestalt, Grösse, der Art der Verbindung und dem Verständniss der letzteren zu thun.

Die terminale Abtheilung der hintern Extremität bleibt allerdings Fuss. Hier, wie bei den übrigen Säugethieren, hat sie den Schwerpunkt des Körpers über und vor sich. Sie hat also auch Eigenschaften die sie hierzu befähigen. — Denn da sie der Extremität angehört, welche, wie bei allen Säugethieren, durch Streckung den Körper von dem Boden fortschiebt und ganz besonders günstige Angriffspunkte für die Streckmuskeln bedarf, so hat sie einen Calcaneus und Talus als Rolle und günstigen Hebelfortsatz. Während aber die über dem Sprunggelenk liegenden beiden Abtheilungen den ihnen entsprechenden Abtheilungen der vorderen Extremität, welche durch Beugung den Körper vorwärts zieht, antagonistisch gelagert sind,[1]) so ist das terminale Ende der hintern Extremität dem der vordern gleichsinnig gebildet, denn beide sind Endstützen und Radwellen für die Bewegung. Beide letzteren unterscheiden sich nur wieder insofern als die hintere die grössere Last zu tragen hat, die vordere dagegen in der Säugethierreihe neben ihrer Funktion als vordere Endstütze des Körpers noch vielfach andere Geschäfte zu vollbringen im Stande ist. —

Anders ist es mit der menschlichen Hand und dem menschlichen Fusse. Hier ist der Fuss **Stütze**, die Hand aber **Greifinstrument** und nichts weiter. Hier haben beide ihre ausschliessliche Funktion und ihr ausschliessliches Gepräge, denn beide sind ausschliesslich Hand und Fuss. Sie müssen daher auch am deutlichsten die Merkmale zeigen, die jedem eigenthümlich sind und die das eine Gebilde vom andern unterscheiden.[2])

---

[1]) Humphry, Observations on the limbs of vertebrate animals. Cambridge 1860.

[2]) Ich finde es ganz gerechtfertigt, wenn L. Fick l. c p. 440 sagt: Die Fähigkeit des Menschenarmes, sowohl parallel dem Schenkel, wie demselben gegenübergedreht, zu arbeiten, zeichnet den Arm des Menschen vor den Thieren aus. Es ist daher unrichtig die Sache so aufzufassen, als ob die der Kniestellung opponirte Ellenbogenstellung die natürliche des Menschen sei, sondern es muss eben die Fähigkeit des Menschenarmes, in beiden Stellungen zu functioniren, als charakteristisch für ihn der ausschliesslichen Funktion des Kniegelenks nach der einen Richtung gegenübergestellt werden.

Vergleichung der Längeverhältnisse der Extremität bei Menschen und Affen.

Es möchte, ehe wir zur Betrachtung der Hand und des Fusses übergehen, nicht ohne Interesse sein, die Verhaltnisse der Extremitäten überhaupt untereinander und zu dem Rumpfe zu betrachten. Ich glaube dies ist um so mehr gerechtfertigt, als, obgleich hierüber schon Bestimmungen vorliegen, doch durch Vermehrung des für sichere Folgerungen immer noch dürftigen Materials die Basis erweitert und die Grundlage sicherer wird. Uebrigens bestätigen mir schon die Messungen an den sehr schönen und normalen männlichen und weiblichen Skeleten, aus welchen ich in nachfolgender Tabelle die Mittelzahlen angebe, wie zurückhaltend man mit Normalbestimmungen sein soll, wie gerade geringfügige Unterschiede noch zu keinem Schlusse berechtigen, und wie nur ein sehr grosses Material in Stand setzt, zu allgemein Gültigem zu gelangen, von der Unvollkommenheit des Messens überhaupt und den Fehlerquellen noch gar nicht zu reden. Neben diesen Mittelzahlen deutscher Skelete füge ich die Messung von zwei aussereuropäischen Skeleten bei, welche unsere Sammlung besitzt, von dem eines echten Negers, dessen nähere Heimat mir jedoch unbekannt, und von dem eines Eingebornen der Insel Rotti, welcher 26 Jahre alt in Soeraboya an Dysenterie starb, einem Geschenke des Herrn Dr. med. Schmitt in Java.[1]) Das Skelet eines weiblichen Gorilla sowie das eines gleichfalls ausgewachsenen weiblichen Chimpanses befindet sich in der Grossherzoglichen Naturalien-Sammlung in Darmstadt und ich verdanke deren Benutzung der Güte des Herrn Professor Dr. Kaup. Die übrigen Skelete, eines erwachsenen weiblichen Orangs etc., gehören der Senckenbergischen Sammlung.

Rücksichtlich der zunächst folgenden Messungen habe ich zu bemerken, dass die Wirbelsäule vom Atlas bis zum Os coccygis mit einem Bandmaass den Biegungen der Wirbelkörper anliegend genommen ist. Die Länge der Extremitäten im Ganzen ist beim Arm von der Höhe des Humeruskopfes bis zur Spitze der Mittelfinger, sowie beim Bein vom Femurkopf auf der vorderen Fläche des Oberschenkels neben der Patella her über Unterschenkel und Fussrücken zur Spitze der zweiten Zehe mit demselben Bandmaasse genommen. Die einzelnen Stücke sind wieder für sich von einer Gelenkfläche zur andern (am Vorderarm, am Radius, am Unterschenkel, an der Tibia) ohne Berücksichtigung der Fortsätze genommen.

---

[1]) Das Negerskelet ist unter meinem Vorgänger, Herrn Professor Dr. Behrends, sehr schön in Bändern präparirt; das andere ist kunstlich zusammengesetzt und hat nur einige kleine Phalangen am Fusse verloren.

Länge-Messungen in Millimeter

Name.	der Wirbelsl.	des Armes.	des Beines.	des Oberarmes.	des Vorderarmes.	des Oberschenkels.	des Unterschenkels.	der Hand.	des Fusses.	Wirbelsl. zum Arm. = 100: x	Wirbelsl. zum Bein = 100: x	Wirbelsl. z. Oberarm = 100: x	Wirbelsl. z. Vorderarm = 100: x	Wirbelsl. z. Obersch. = 100: x	Wirbelsl. z. Unterschenkel = 100: x	Wirbelsl. zur Hand = 100: x	Wirbelsl. zum Fuss = 100: x
1) Mittel aus 6 männl. Europ.	775	728	984	308	220,2	452	351	190	233	93,9	126,9	39,7	28,4	58,3	45,2	24,5	30
2) Mittel aus 6 weibl. Europ.	644	665	904	281,6	200	406,6	320	168,2	211	103,2	140,3	43,7	31,05	63,03	49,6	26	32
3) Malaie.	660	730	950	305	245	427	360	180	210	110,6	143,9	46,2	37,1	64,5	54,5	27,2	31,8
4) Neger.	660	780	1010	340	250	460	390	180	230	118,1	153,03	51,5	37,8	70,6	59,09	27,2	34,8
5) Gorilla. Wb.	700	930	770	390	320	320	255	220	235	132,8	102,8	55,7	45,7	45,7	36,4	31,4	33,5
6) Chimpanse. Wb.	580	780	710	275	265	280	225	240	244	134,3	122,4	47,4	45,6	49,1	38,7	41,3	42
7) Orang. Wb.	530	875	685	325	300	250	205	230	255	161,3	128,3	61,3	56,6	47,1	38,6	43,2	48,1
8) Hylobat. leucisc.	350	640	505	225	260	210	175	152	135	182	140	64,2	75,7	60	50	43,4	38,5

Name.	Differenz zw. Bein u. Arm.	Differenz zw. Ober- u. Unterarm.	Differenz zw. Ober- u. Unterschenkel.	Differenz zw. Fuss u. Hand.
1) Mittel aus 6 männl. Europ.	+B.258 m.	+O.85 m.	+O. 100	+F. 43
2) Mittel aus 6 weibl. Europ.	+B.239 m.	+O.81 m.	+O. 86	+F. 42,7
3) Malaie.	+B.220 m.	+O.67 m.	+O. 50	+F. 30
4) Neger.	+B.230 m.	+O.80 m.	+O. 70	+F. 50
5) Gorilla. Wb.	+A.160 m.	+O.70	+O. 65	+F. 15
6) Chimpanse. Wb.	+A.70 m.	+O.10	+O. 55	+F. 4
7) Orang. Wb.	+A.190 m.	+O.25	+O. 45	+F. 25
8) Hylobat. leucisc.	+A.135	+U.35	+O. 35	+H. 17

Die Messungen obiger menschlichen Skelete zeigen uns, wie zu erwarten, dass in allen Abtheilungen das männliche europäische Skelett absolut grösser als das weibliche, dass ferner der Neger im Ganzen sowohl als auch in allen einzelnen Abtheilungen längere Extremitäten hat. Zwischen dem Europäer und Neger sehen wir den Malaien. — Schärfer finden wir aber die Verhältnisse ausgedrückt, wenn wir die Länge der Wirbelsäule gleich 100 nehmen; dann zeigt sich uns das Weib in seinen Extremitäten sowohl im Ganzen als auch in allen seinen einzelnen Theilen grösser. In noch höherem Grade ist dies bei dem Neger der Fall. Zwischen Weib und Neger aber steht der Malaie.

Anders ist es bei den **ungeschwänzten Affen.** Hier wird nur der Arm und seine einzelnen Abtheilungen grösser, das Bein dagegen in seinen oberen Theilen kleiner, wogegen der Fuss wieder zunimmt. Unter diesen Affen hat der Gorilla den kleinsten Arm, aber auch das kleinste Bein, und zwar sowohl im Ganzen als auch in den einzelnen Theilen. Im entgegengesetzten Fall befindet sich aber der Hylobates, nur dass hier der Fuss wieder etwas kleiner wird. Während sich also der Gorilla dem Menschen rücksichtlich der Kürze des Armes nähert, entfernt er sich ebenso weit wieder durch die Kürze seines Beins von demselben. Anders ist es aber mit dem Hylobates. Hier ist der Arm viel grösser als beim Menschen, das Bein aber gleich.[1])

Betrachten wir aber auch noch die einzelnen Gliedertheile, so ergiebt sich Folgendes:

Das Bein ist im Vergleich zum Arm am längsten bei dem männlichen Europäer, weniger bei dem Weibe; noch weniger lang ist es beim Neger und am kürzesten beim Malaien. Umgekehrt ist es bei dem ungeschwänzten Affen. Hier ist der Arm grösser als das Bein und zwar am grössten beim Orang, dann beim Gorilla, dann bei dem Hylobates und endlich beim Chimpanse. — Der Oberarm ist im Vergleich zum Unterarm am grössten beim männlichen Europäer, dann bei dem Weibe, dann erst bei dem Neger und zuletzt bei dem Malaien. Noch grösser als bei dem letzteren ist der Oberarm bei dem Gorilla. Die Differenz wird aber plötzlich viel geringer bei dem Chimpanse. Bei dem Hylobates aber schlägt es um, und hier wird der Unterarm grösser als der Oberarm, daher steht in dieser Beziehung der Gorilla wieder dem Menschen am nächsten, der Hylobates aber am fernsten.

---

[1]) Ich komme daher rücksichtlich der Länge der Extremitäten des Gorilla, des Menschen und des Hylobates zu einem ganz anderen Schluss als Huxley. Huxley l. c. pg. 81 u. 82.

Was nun Ober- und Unterschenkel betrifft, so wird ersterer vom europäischen Mann zum Weibe, von diesem zum Neger und zuletzt zum Malaien immer kleiner, und dieses Verhältniss nimmt vom Gorilla zum Hylobates immer gleichmässig zu. In diesem Verhältniss steht also der Gorilla dem Menschen wieder am nächsten, der Hylobates aber am fernsten.

Was endlich die Hand und den Fuss betrifft, so wird der Fuss am grössten beim Neger, am kleinsten beim Malaien. Die Europäer stehen in der Mitte.

Bei den **ungeschwänzten Affen** wird die Hand viel grösser, daher die Differenz zwischen dieser und dem Fusse geringer. Bei dem Hylobates wird die Hand zuletzt grösser als der Fuss, und hier steht der Chimpanse dem Menschen am nächsten, der Orang und Hylobates aber am fernsten.[1])

Fassen wir das Voranstehende kürzer zusammen, so ergiebt sich für die menschlichen Skelete Folgendes:

a) Wenn die Wirbelsäule als gleich lang angenommen wird, so wächst das Längenverhältniss beider Extremitäten in seinem Ganzen sowie in seinen einzelnen Theilen derartig: Mann, Weib, Malaie, Neger.

b) Vergleicht man die beiden Extremitäten im Ganzen sowie in ihren einzelnen Abtheilungen mit einander, so ist

1) das Bein am längsten und der Arm am kürzesten beim Europäer; beim Malaien aber gerade umgekehrt. Zwischen beiden steht erst das Weib, dann der Neger.

2) der Oberarm und Oberschenkel, am längsten beim Europäer; dann folgt Weib, Neger, Malaie;

3) der Fuss am grössten beim Neger, am kleinsten beim Malaien; in der Mitte stehn die Europäer.

Nehmen wir in gleicher Weise die **ungeschwänzten Affen**, so zeigt sich Folgendes:

a) Wenn die Länge der Wirbelsäule = 100, so nimmt sowohl der Arm als auch das Bein in folgender Reihe an Länge zu: Gorilla, Chimpanse, Orang, Hylobates.

---

[1]) Hiernach stimmen also unsere Ergebnisse mit denen vom Humphry (der freilich 25 Negerskelete, 4 Chimpanses, 2 Orangs und 3 Gorillas verglichen) Burmeister und Ecker überein. Humphry at Treatise on the Human Skeleton Cambridge 1858 pag. 106 etc. Zur Kenntniss der Eingeborenen Südaustraliens v. Alex. Ecker. — Berichte der naturh. Gesellschaft in Freiburg im Br. Bd. 11. No. 22, 23. 24. — Burmeister geolog. Bilder. 2. Bd. Leipzig 1853 pg. 116 ect.

Für die Länge **des Arms** bildet daher der *Gorilla das Mittelglied* zwischen den beiden Extremen dem männlichen Europäer und dem Hylobates. Für die Länge **des Beines** bildet der Gorilla mit dem Chimpanse das eine Extrem der Neger und der Malaie aber das andre. An letztere reihet sich der Hylobates und das europäische Weib, am ersten der männliche Europäer und der Orang.

b) Aus den Differenzen der Extremitäten und ihrer einzelnen Theile ergiebt sich:

1) Der Arm ist grösser als das Bein, nimm aber in folgender Reihe ab: Orang, Gorilla, Hylobates, Chimpanse;
2) Der Oberarm ist grösser als der Unterarm (besonders beim Gorilla), nur beim Hylobates wird er kleiner;
3) Der Oberschenkel ist zwar immer grösser als der Unterschenkel, doch nimmt er vom Gorilla zum Hylobates allmählich an Grösse ab.
4) Der Fuss ist nur beim Hylobates kleiner als die Hand.

Neben diesen so eben angegebenen Grössen-Verhältnissen dürfte in Betreff der Ober- und Unterextremitäten noch Folgendes zu erwähnen sein:

1) Bei dem **Neger** finde ich das Schulterblatt breiter und niederer als beim Europäer. Der Winkel, den beide Ränder gegen die Gelenkfläche hin bilden, ist kleiner. Die fossa supraspinata ist länger. aber niederer und flacher, denn die spina scapulae ist auffallend lang, aber weniger hoch, und dreht sich nicht um ihre Längsaxe wie es bei dem Europäer zwischen der incisura colli scapulae und dem acromion der Fall ist. Der proc. coracoideus ist in seinem freien Theile länger und nach aussen und vorn mehr über die Gelenkfläche geneigt.

   Die Axe des caput humeri bildet mit der Mittelebene des Körpers einen kleineren Winkel als beim Europäer. Hier ist sie nach innen, dort aber mehr nach hinten gerichtet. Ferner muss es auffallen, dass die Axe der Gelenkfläche des proc. cubitalis, welche bei dem Europäer mit der Längsaxe des humerus einen spitzen Winkel nach aussen bildet, hier bei dem Neger fast einen rechten Winkel darstellt. Es wird daher der gestreckte Arm des Negers mehr gerade sein, während der Arm des Europäers an seiner äussern Seite zwischen Ober- und Unterarm einen grössern oder kleinern Winkel bildet. Daher kommt es, dass die Hand (in der Supination) bei gestrecktem Ellenbogengelenk nach aussen von der Axe des Oberarms und bei der Beugung nach innen zu liegen

kommt. Für den Arm wäre noch zu erwähnen, dass die Ulna an ihrem oberen Ende eine stärkere Biegung macht.

Zur Unterextremität übergehend bemerke ich, dass an das in allen seinen Durchmessern kleinere Becken der Oberschenkel mit kurzem steil liegenden Schenkelhalse sich anlegt. Die fossa trochanterica ist weniger tief. Beachtenswerth finde ich noch ganz besonders, dass die obere Schenkelepiphyse sehr rasch in die sehr schmale Diaphyse, welche letztere an ihrer hinteren Seite eine sehr grosse linea aspera hat, übergeht. Ebenso springt die untere Epiphyse rasch unter der noch immer schmalen Diaphyse knollig hervor. Endlich tritt das tuber, welches die nach vorn aufsteigende fossa intercondyloidea nach aussen begränzt, auffallend vor.

2) Das Skelet **des Malaien** ist, wie aus der an vielen Stellen noch vorhandenen Trennung der Epiphysen wahrzunehmen, noch nicht vollständig ausgewachsen. Es hat sehr fein gebildete Knochen. Man könnte es für das eines Weibes halten, widerspräche nicht das Becken etc. in seinen Verhaltnissen. Auch hier ist zu bemerken, dass in der Ansicht von oben die Axe des Humeruskopfs zur Axe des proc. cubitalis nicht wie bei dem Europäer in einem Winkel von 20° steht, sondern hier gleichfalls grösser ist und dass der Humeruskopf daher sich weiter nach hinten gerichtet zeigt. Ferner steht die Axe des proc. cubitalis zur Längenaxe des Oberarms gleichfalls, wie bei dem Neger, in einem mehr rechten Winkel. Der Malleolus externus am Sprunggelenk steigt nicht so tief herab als es im Verhältniss zum internus beim Europäer der Fall ist. Die Feinheit der Hand und des Fusses ist in den Abbildungen ersichtlich.

3) Für den **Gorilla** wäre zu erwähnen: Die fossa supraspinata wird viel grösser, die fossa infraspinata aber, in welcher die Wurzel der spina scapulae herabsteigt, viel kleiner. Die Drehung dieser spina in ihrem freien Theile um die Längsaxe kommt hier nicht vor. Die Axe im Gelenkkopf des humerus ist mehr nach hinten gerichtet, die Axe des proc. cubitalis bildet nicht wie bei dem Neger einen rechten, sondern nach aussen einen spitzen Winkel. Der Radius ist sehr stark nach aussen gebogen, ebenso die Ulna nach hinten; daher günstigere Verhältnisse für Pronation und Supination.

Rücksichtlich des Oberschenkels ist anzugeben, dass der Schenkelhals sehr geneigt ist und dass der Trochanter major höher steht als der Kopf des Femur. Die Axe des Femurhalses fällt mit der Drehaxe der untern Condylen

fast in eine Ebene, während bei dem Menschen erstere mit letzterer einen Winkel von 35° bildet[1]).

Tibia und Fibula entfernen sich in ihren Diaphysen gleich wie Radius und Ulna sehr weit von einander, und durch die geringere Länge der letzteren steht der äussere Knöchel hoher und die Gelenkfläche für den Talus liegt bei senkrecht stehender Tibia in ihrem mittleren Theile nicht wie bei dem Menschen horizontal, sondern ragt nach aussen in die Höhe, woher dann auch der Talus mit dem äusseren Rande seiner Rolle höher zu liegen kommt.

Ziemlich dieselben Verhältnisse zeigen sich bei Troglodytes niger.

Die Umstände brachten es mit sich dass ich die Skelete dieser Thiere nicht auseinander nehmen durfte; wir müssen uns daher mit obigen Andeutungen begnügen. Wer Ausführlicheres sucht, der studiere die schöne Arbeit des Herrn Professor Owen[2]).

4) Die Extremitaten **des Orang** schliessen sich den vorher erwähnten Verhaltnissen ziemlich an. Auch hier zeigt uns der Gelenkkopf des Oberarms eine nach hinten gerichtete Stellung. Ich habe die Winkel, in welchen die Axen des oberen und des unteren Gelenkes des Humerus in horizentaler Projection zu einander stehen, am Orang genauer betrachtet und fand diesen 38° gross, während ein menschlicher Humerus einen Winkel von nur 18° zeigte.[3])

Ebenso steht die Axe des proc. cubitalis in einem ziemlich rechten Winkel zur Längsaxe des Humerus. Bezüglich des Oberarms theile ich noch mit, dass das Mittelstück in seinem unteren Theile sich sehr stark nach hinten krümmt und nach vornen concav wird.

Der Femur zeigt zum Unterschied von den vorigen Affen einen sehr steil

---

[1]) H Meyer, Lehrbuch der Physiologischen Anatomie, pag. 141.

[2]) Transactions of the zoological Society vol. V. part. I. „Osteological contributions to the natural History of the Anthropoid Apes."

[3]) Die Bestimmung dieses Winkels wurde vermittelst meines Orthographen (vid. Morphologie der Rassenschädel 1. Heft) sehr leicht vollbracht. Nachdem die Axen beider Gelenkenden am Knochen gefunden waren, legte ich das Bein horizontal auf eine erhöhte Unterlage, stellte meine Glastafel vor den mit seiner Längenaxe ihr zugekehrten Knochen senkrecht auf den Tisch, und punktirte nun, indem ich meinen Orthographen horizontal wider das Glas hielt, durch einen feinen Pinsel mit Tusche die Lagen der Axen in einander. Empfehlenswerth wird es sein die Axen durch Stahlspitzen, wie Herr Professor W. Henke thut, zu bezeichnen. Sie haben nicht allein den Vortheil der genaueren Bestimmung, sondern sie dienen auch dazu, im Falle das eine Ende des Knochens das andere dem Auge verdecken sollte, durch die weiter reichenden Stahlenden die Richtung der Axe vollkommen genau auf das Glas zeichnen zu können.

stehenden Schenkelhals. Die Axe dieses Schenkelhalses bildet mit der Axe der unteren Gelenkköpfe in der Längsaxe des Knochens gesehen einen Winkel von ungefähr 10° (Mensch 35°). Die Knöchel des Unterschenkels stehn wie bei den vorigen gleich hoch.

5) Dem **Hylobates** leuciscus ist eigen, dass das caput humeri gleichfalls wenig nach hinten tritt, der proc. cubitalis aber wieder eine etwas schräge Lage von innen und unten nach aussen und oben annimmt. In der Diaphyse des Oberarms erscheint auch eine Beugung, jedoch nicht wie beim Orang mit der Convexität nach hinten, sondern nach vorn. Das Schulterblatt, welches bei dem Orang, trotzdem bei ihm der spitze scharfe obere hintere Winkel des Menschen fehlte, doch im Ganzen dem des Menschen ähnlicher war als die der anderen, erhält jetzt eine noch grössere fossa supraspinata als der Gorilla, denn die Wurzel der spina neigt sich mehr dem unteren Winkel zu.

Der Arcus der symph. oss. pub. wird jetzt sehr klein, der Schenkelhals sehr kurz und die Spitze des Trochanter major überragt den Kopf des Femur. Der Hals dieses Knochens bildet aber wieder einen grösseren Winkel zur Axe der Condylen, als bei den vorhergehenden Affen.

Von Interesse muss es nun aber auch sein, bei den **geschwänzten Affen** die Verhältnisse der Extremitäten zum Rumpfe zu untersuchen. — Freilich begegnen wir hier einer Schwierigkeit, die uns das Vertrauen auf ein sicheres Ergebniss im Vergleich zu den vorigen sehr zweifelhaft erscheinen lässt. Wir haben vorher bei dem Menschen und den menschenahnlichen Affen für die Längenbestimmung der Wirbelsäule das Schwanzbein mitgerechnet. Die Lange des Schwanzes aber bei diesen Thieren mit in Rechnung zu bringen, müsste wegen der verschiedenen Grösse desselben manchen Widerspruch erwecken. Ich habe es daher vorgezogen, die Messung nur bis zu dem Ende der ächten Wirbel (so weit noch ein Canal vorhanden) auszudehnen und nach der Längenausdehnung vom Atlas bis zum Ende des letzten achten Schwanzwirbels den Procentsatz zu berechnen:

Länge-Messungen.

Name.	der Wirbelsl.	des Armes.	des Beines.	des Oberarmes.	des Unterarmes.	des Oberschenkl.	des Unterschenkl.	der Hand.	des Fusses.	Wirbelsl. = 100 ? Arm.	Wirbelsl. = 100 ? Bein.	Differenz zw. Arm u. Bein.	Differenz zw. Oberarm u. Unterarm.	Differenz zw. Oberschenkl. u Untersch.	Differenz zw. Hand u Fuss.
Semnopith. entellus.	447	395	530	146	152	195	175	108	170	88,3	118,5	+ B. 135	+ U. 6	+O. 20	+F. 62
Semnopith. comat.	280	250	340	85	92	124	111	74	115	89,2	121,4	+ B. 90	+ U. 7	+O. 13	+F. 41
Colobus gueriza.	550	435	550	145	145	206	180	105	175	79,09	100	+ B. 115	=	+O. 26	+F. 70
Cercopithecus Patas.	544	455	580	157	189	190	200	105	173	83,6	106,6	+ B. 125	+U. 32	+U. 10	+F. 68
Cercopithecus ruber.	400	363	440	145	150	165	165	70	125	90,7	110	+ B. 77	+ U. 5	=	+F. 55
Inuus silvanus.	515	452	555	175	180	218	158	123	188	87,7	107,7	+ B. 103	+ U. 5	+O. 60	+F. 65
Inuus nemestrinus.	405	400	460	150	158	170	160	105	150	98,7	111,1	+ B. 60	+ U. 8	+O. 10	+F. 45
Cynocephalus leucophaeus.	460	490	574	180	200	223	202	115	175	106,5	124,8	+ B. 81	+U. 20	+O. 21	+F. 60
Cynocephalus mormon.	575	580	640	210	225	265	228	145	205	100,9	111,1	+ B. 60	+U. 15	+O. 37	+F. 60
Macacus gelada.	640	514	560	200	210	200	210	110	180	79,1	86,2	+ B. 46	+U. 10	+U. 10	+F. 70
Ateles panisc.	460	465	485	166	162	170	170	122	155	101,09	105,4	+ B. 20	+ O. 4	=	+F. 33
Ateles Belzeb.	345	415	420	152	148	147	139	115	145	120,3	121,7	+ B. 5	+ O. 4	+ O. 8	+F. 30
Cebus capucinus.	340	280	332	95	90	120	110	75	111	82,3	97,6	+ B. 52	+ O. 5	+O. 10	+F. 36
Callithrix. sciurea.	240	165	226	59	55	76	73	50	75	68,7	94,1	+ B. 61	+ O. 4	+ O. 3	+F. 25
Hapale jacch.	180	124	175	44	40	57	57	40	68	68,8	97,2	+ B. 51	+ O. 4	=	+F. 28
Lemur catta.	345	230	350	73	94	132	122	60	103	66,6	101,4	+ B. 120	+U. 21	+O. 10	+F. 43
Otolicnus senegalensis.	133	100	205	32	36	70	58	30	70	75,1	154,1	+ B. 105	+ U. 4	+O. 12	+F. 40

Nehmen wir also diese Ausd hnung zu 100 an, so sehen wir die Länge des Arms im Vergleich zu den vorigen sehr rasch abnehmen. Hatten wir noch mit 132,8 den kürzesten Arm beim Gorilla, so hat hier der längste (Ateles) 120—101. Bei den Cynocephalen beträgt sie 106—100 und sinkt bei Callithrix und Hapale auf 68 und bei Lemur catta auf 66.

Aber auch das Bein wird kleiner. Der Orang hatte 128,3. Hier erhalten wir bei den Cynocephalen 124—111, bei den Semnopitheeen 121—118, bei Ateles 121—105, bei Cercopithec. 110—106. Bei den Amerikanern aber, Cebus, Callithrix, Hapale (97—94), fällt seine Länge noch unter die des kürzesten Beines voriger Reihe, nämlich das des Gorilla auf 102. Bei Otolicnus ist es aber am grössten, denn es hat die Zahl 154.

Da diese Verhältnisszahlen jedoch aus den oben angegebenen Gründen weniger massgebend sein möchten, so wollen wir zu den Differenzen der einzelnen Glieder übergehen. Wir finden hier

1) das Bein immer länger als den Arm, wenn auch der Unterschied nicht so gross ist als bei den Menschen. Es stehen daher die **geschwänzten Affen** in dieser Hinsicht dem Menschen viel näher als die **ungeschwänzten.**
2) Rücksichtlich des Ober- und Unterarms finden wir nur bei den Stummelaffen der alten und den Klammeraffen der neuen Welt beide gleich, oder um weniges grösser; bei allen übrigen aber ist der Oberarm kleiner, wodurch diese Thiere sich wieder von den Menschen entfernen.
3) Hier ist der Oberschenkel meist grösser. Bei Hapale, Ateles paniscus, Cercopithecus ruber wird er gleich, und nur bei Cercopith. patas und Macacus gelada wird er kleiner als der Unterschenkel. Bei Inuus silvanus ist der Oberschenkel am grössten.
4) Endlich ist der Fuss immer weit grösser als die Hand. Also stehn auch hierin die **geschwänzten** Affen dem Menschen weit näher als die **ungeschwänzten.**

Mit der Entwickelung des Schwanzes treten bei den Affen viele Formveränderungen ein. Zuerst verliert das Brustbein seine Breite: es wird sehr schmal und nur das Manebrium behält seine frühere Ausdehnung. Mit dem Brustbein wird der Rumpf schmäler und es bildet sich die kielförmige Gestalt desselben aus. Die Clavicula verliert die Sförmige Krümmung, die sie noch bei Hylobates hatte: sie wird einfach nach hinten gebogen. Das Schulterblatt, das bisher mit seiner Gelenkfläche nach aussen und vorn

lag und dessen entgegengesetztes Ende der Mediane sich zuwendete, bekommt jetzt eine sagittale Richtung. Auch in der Gestalt zeigt dieses Bein Veränderungen; es bekommt nämlich an der Pfanne seinen kleinsten Winkel. Die spina scapulae dreht sich nicht mehr in ihrem freien Theile um ihre Axe, wie es noch bei dem Orang der Fall war, und ihr Acromialende bleibt zurück. Der Humerus, der bei dem Orang noch am stärksten nach hinten convex gebogen war, welche Beugung aber bei Hylobates in die entgegengesetzte Richtung übergieng, zeigt jetzt überall ganz entschieden seine Convexität nach vorn; der Gelenkkopf ist jetzt aber ganz hinten und zeigt keine Neigung mehr nach der Mediane. Der Processus cuboideus legt sich horizontal und bildet in seiner Gelenkfläche einen rechten Winkel mit der Axe seines Knochen. Gehen wir zu dem unteren Extremitätengürtel über, so sehen wir das Schambein breit geworden und den arcus zu weilen fast verschwunden; das os ischii schwillt an und die spina verschwindet. Das Collum femoris legt sich horizontal und zeigt sich in orthographischer Projection parallel der Axe der untern Condylen, d. h. es liegt von oben gesehen fast in derselben Ebene mit der Axe der Condylen. Der innere Knöchel reicht zuweilen tiefer als der äussere.

Es dürften daher noch folgende Unterscheidungsmerkmale als bezeichnend angesprochen werden:

1) Die Richtung des Caput humeri zur Mittelebene des Körpers und seine Stellung zu dem untern Gelenkende.
2) Die Stellung dieser Gelenkfläche zur Längsaxe des Humerus.
3) Die Beugung der Diaphyse des Humerus.
4) Die Länge des Schenkelhalses, seine Lage zur Mittelebene des Körpers und zum Trochanter major.
5) Die Lage der Gelenkaxen am oberen und unteren Ende des Femur.
6) Die Stellung der Knöchel am Sprunggelenk.

In Bezug auf 1 bildet der Malaie und der Neger offenbar einen Uebergang vom Affen zum Europäer, auf 2 bildet der Gorilla eine Zwischenstufe zwischen Neger und Europäer, auf 3 steht der Mensch in der Mitte zwischen dem Orang einer- und dem Hylobates nebst den geschwänzten Affen anderseits, auf 4 bildet der Neger eine Zwischenstufe zwischen dem Europäer und dem Orang.

Hand und Fuss.

Vergegenwärtigen wir uns zunächst die Zusammensetzung des Fusses und der Hand, suchen wir die Unterschiede zwischen beiden zu präcisiren, und messen wir die Grössenverhältnisse der einzelnen Theile derselben bei dem männlichen und weiblichen Europäer. — Sollte auch manchem der Leser die Wiederholung wohlbekannter Verhältnisse überflüssig erscheinen, so dünkt es mir doch besser gethan hier genauer und etwas umständlicher zu Werke zu gehn, als unbekümmert um Kleinigkeiten im Streben nach einem vorgefassten Ziel gleich unsern Krautjunkern den Graben zu überspringen.

Die sieben Handwurzelknochen bilden bekanntlich zwei Reihen, von welchen die hintere (ein Meniskus), von der ulnaren nach der radialen Seite gegen den Vorderarm einen Bogen darstellt und ebenso jeder Knochen eine gewölbte Gelenkfläche von der volaren nach der dorsalen Seite bildet. Die drei Knochen der oberen Reihe articuliren mit dem Radius und der Cartilago triangularis. Zur Seite in der Vola liegt das os pisiforme, der Sehne des flexor. ulnaris und Abduct. digit. V zum Ansatze dienend.

Durch die Verbindung der in doppelter Richtung convexen Handwurzelknochen mit dem entsprechend geformten Ende des Vorderarms wird eine Abduction und Adduction, sowie Flexion und Extension ermöglicht.[1]) Dadurch, dass das Os naviculare mit seiner gewölbten Gelenkfläche nach vorn stark vorspringend, in die Aushöhlung des os multangulum minus sich einlegt, mit seiner ulnaren Hälfte aber gleich den übrigen Knochen nach vorn ausgehöhlt sich um die gewölbten Flächen des capitatum und hamatum legt, ist Flexion und Extension die einzige Bewegung zwischen den beiden Reihen der Handwurzelknochen.

In der Stellung des Os multang. majus in einem, wie Henle aufmerksam macht, rechtwinkligen Ausschnitt der ersten und zweiten Reihe, so dass die Diagonalen seiner vorderen und hinteren Gelenkflächen mit der Längs- und Querachse der Hand parallel stehen, beruht die Ablenkung des Daumens, welcher in seinem Sattelgelenk und seiner abgerückten freieren Stellung die vollkommenste Adduction und Abduction.

[1]) Huxley sagt: „Die Knochen der ersten Reihe bilden mit den Knochen des Unterarms das Handgelenk und sind einer zur Seite des andern angeordnet, keiner die ubrigen bedeutend uberragend oder umfassend." — Wäre diese Schilderung Huxleys richtig und würde das os lunare das os navicul. etc. nicht überragen, also jenen Bogen nach dem Vorderarm nicht bilden, dann wäre freilich jene Adduction und Abduction unmoglich.

sowie Flexion und Extension vollbringt. Erwähne ich nun noch die Kleinheit der Knochen und die kurze Ausdehnung des Carpus von hinten nach vorn, so habe ich alle Momente berührt, welche einem Gebilde zukommen, das für eine freie und mannichfaltige Bewegung als Basis dient; namentlich wenn sie durch die Rotation des Radius an der Ulna unterstützt wird.

Anders ist es mit dem Tarsus. Hier besteht die erste Reihe aus dem Talus (als Meniskus) und dem noch voluminöseren mit einer Calx und einem Sustentaculum versehenen Calcaneus, welche als Kuppel und als Pfeiler des von hinten aufsteigenden Gewölbes das hintere Drittel des ganzen Fusses darstellen. Mit dem Unterschenkel ist sie durch ein Scharnier-(Schrauben-)Gelenk, in sich aber und mit der vorderen Reihe der Tarsalen, wie uns H. Meyer lehrt, in einer beschränkten Rotation verbunden. Im Verein mit diesen letzten und den in straffen Verbindungen vereinigten fünf Metatarsalen, deren Köpfchen durch lig. capitulor. aneinandergebunden sind, wird die Wölbung nach vornen geschlossen, durch das starke lig. calcaneo-cub. und calcaneo-navic. aber im Innern befestigt. So sehen wir ein Gewölbe, welches medianwärts höher und länger, lateralwärts kürzer und niederer, von vorn nach hinten und von einer Seite zur andern sich ausdehnt und in welchem durch die doppelte Reihe der Knochen am innern und die einfache am äussern Rande, sowie durch die abwechselnd nach vorn und nach hinten verlegte Verbindung der einzelnen Tarsalen mit den Metatarsalen Festigkeit und geringere Verschiebung auf hintereinander liegenden Querebenen abwechselnd median- und laberalwärts vertheilt wird.

Von den Metatarsen ist der erste der grösste und dickste, der zweite der schmälste und langste. Der Metatarsus I. bildet als der Pfeiler des hohen Gewölbes mit dem Boden auf dem er steht einen Winkel von ungefähr 40°, der fünfte jedoch einen von nur 25°. Die Verbindung des letzteren mit dem Cuboideum ist etwas weniger straff als die jenes I. Die festeste Verbindung aber hat der Metatars. II. Was die Verbindung des Metatarsus I. mit dem Os cuneiforme betrifft, so ist sie eine Amphiarthrose, in welcher sich der Metatarsus der Zehe horizontal, lateral- und medianwärts, in geringerem Grade auch vom Dorsum nach der Planta verschieben lässt. Das cuneiforme I. ist von innen nach aussen flach gewölbt und hat in der Mitte eine horizontal liegende geringe Einziehung, ist aber keineswegs ein Sattelgelenk.[1])

[1]) L. Fick sagt l. c. pag. 450: Wenn wir uns nun endlich zum letzten Unterschiede wenden, nämlich zur Vergleichung des Hand- und Fuss-Daumens, so ist schon in dem Vorhergehenden so eben ein grosser Unterschied angegeben. Es ist zunächst hervorzuheben, dass es falsch ist, wenn man glaubt, die grössere Beweg-

Jedes Capitulum hat seinen grössten Durchmesser in senkrechter Richtung: es hat eine Ginglymus- und eine Arthrodie-Fläche. Alle besitzen Hemmungsflächen für **die Dorsal-Flexion, welche in dem Metatarso-Phalangeal-Gelenk die Plantar-Flexion weit überwiegt** (erstere beschreibt einen Bogen von circa 35°, letztere von circa 17°). Die Mittelstücke der Metatarsen haben nicht wie die Capitula parallel liegende Sagittaldurchschnitte, sondern in dem Metatarsus IV und V divergiren sie von den andern lateralwärts.

Die **Metacarpen** zeigen uns nun folgende bemerkenswerthe Unterschiede von jenen. Sie sind kürzer, dicker und stärker, ihre sagittalen Ebenen nach der Vola verlängert treffen mit der des III zusammen. Dort war der zweite, hier ist der dritte Knochen der am wenigsten verschiebbare. Die Ginglymo-Arthrodie zeigt hier vorherrschend volare Flexion, weniger dorsale (erstere 90°, letztere circa 15°). Die Hemmungsfläche fur die dorsale fehlt hier an den Köpfen. Während dort alle durch Lig. capitulor. aneinander befestigt waren, ist hier der Metacarpus I. frei.[1])

Die **Phalangen** bilden am Fusse die kürzeste Abtheilung und nehmen hier an Länge zur dritten rasch ab. Die Phalanx I hat eine verhältnissmassig lange fast drehrunde Diaphyse, aber eine dicke Epiphyse. An edr zweiten und dritten schwindet die Diaphyse fast ganz. — Die Phalangen der Finger sind in ihren drei Abtheilungen weit länger und breiter als am Fuss. Die Epiphysen sind kleiner im Verhältniss zu den Diaphysen, welche auf ihrer Volar-Seite flach mit seitlichen Längskanten, auf der

---

lichkeit des Daumens sei zurückzuführen auf einen specifischen Unterschied zwischen der Gelenkfläche des Daumens am multangulum majus und des Hallux am cuneiforme I. Beide Gelenkflächen gehören in die Klasse der Sattelgelenke und beide lassen eine allseitige Bewegung zu; in beiden ist die Bewegung nach zwei sich schneidenden Ebenen hin etwas freier als nach den in den Winkeln gelegenen Richtungen.

Wenn man bei den meisten Füssen das Sattelgelenk zwischen Hallux und cuneiforme I. sehr abgeflacht findet, so ist diese Verkümmerung lediglich die Folge der Fussbekleidung, und ich habe schon öfter Menschenfusse beobachtet, wo dieses Gelenk zwar nicht vollkommen so frei, wie bei dem Affenfusse, aber doch bedeutend freier, die Sattelfläche bedeutend deutlicher entwickelt war, als man gewöhnlich findet. —

Auch Herr Professor Henke ist gleicher Meinung mit mir, wie wir aus seinem Aufsatze „Contracturen des Metatarsus (Zeitschrift für rationelle Medicin von Henle u. Pfeufer. III. Reihe. XVII. Band. pag. 192) sehen.

[1]) Es ist doch eigentlich auffallend, dass Huxley des Querbandes zwischen Capt. metatarsi I und II, durch welches ersterem an seinem vorderen Ende eine Fessel angelegt und ein Entfernen von den übrigen Metatarsen unmöglich wird, nicht Erwähnung thut. Ist denn diese Verbindung etwas so Unwesentliches? Oder soll auch sie erst durch die Fussbekleidung, der schon so Vieles „in die Schuhe geschüttet" wird, entstanden sein? Scheint es doch, dass der in Huxley's Abbildung pag. 105 abgewendete Metatarsus I, wie die schräge Stellung des Neanderthaler Schadeldachs in Sir Charles Lyell's Werk, dem Laien die Uebereinstimmung des Gorilla recht anschaulich machen soll. — „Man merkt die Absicht und man ist verstimmt!"

dorsalen aber in Querrichtung gewölbt sind. Durch die Länge der Finger nehmen die Abtheilungen, Finger, Mittelhand und Handwurzel an Grösse stets ab, während an dem Fuss das umgekehrte Verhältniss stattfindet. Dort war die erste oder zweite Zehe die längste, hier ist es die dritte. Daher hier rasche Längenzunahme vom ersten zum dritten Finger.

Den wichtigsten Unterschied von Hand und Fuss finden wir aber in dem Daumen. Sein kurzer und dicker Metacarpus artikulirt durch das Sattelgelenk mit dem Carpus und ist in einem grösseren Winkel von dem Nachbarknochen abgerückt. Ein Lig. capitalorum, wie es zwischen allen Metatarsen vorkömmt, ist hier nicht vorhanden und die Bewegung des Daumens ist desshalb nicht wie dort fast nur auf die Phalangen beschränkt, sondern gestattet ihm durch die freie Bewegung des Metacarpus die vollkommenste Opposition für alle Finger.

So sehen wir also hier an der Hand die Bewegung der verschiedenen Abtheilungen gegen einander veranschaulicht, während gerade umgekehrt bei dem Fusse die Beweglichkeit ganz in den Hintergrund tritt und die Festigkeit in der Gewölbeconstruction sich documentirt.

Während die längeren kräftigeren Fingerphalangen durch volare Flexion an den zur Mulde gestellten Mittelhandknochen und durch den mittels des beweglichen Metacarpus opponirenden Daumen zum Umfassen von Gegenständen sich eignen, bilden die kurzen Phalangen der Zehen mit ihrer dorsalen Flexion an dem nach hinten liegenden Gewölbe die Radwelle, um welche letzteres, wenn der Schwerpunkt, wie Henke[1]) nachweist, zwischen den Ballen der grossen Zehe fällt von den unter dem Calcaneus durchgehenden oder an seine Ferse, als günstiger Hebelarm, sich ansetzenden Sehnen der Streckmuskeln, beim Gehen aufgerollt wird. Das Gewölbe aber ist wieder hinreichend stark, beim Stehen den durch den Hals des Talus fallenden Schwerpunkt der Körperlast zu tragen.[2])

---

[1]) Ein Beitrag zur Bestimmung der absoluten Muskelkraft. Inaugural-Dissertation von Franz Knorz. Marburg 1865.

[2]) Wenn Huxley mittheilt, dass die chinesischen Bootsleute mit Hülfe der grossen Zehe das Ruder fuhren, die bengalischen Handwerker weben, die Carajas Angelhaken stehlen, oder die barfüssigen Soldaten in Java, wie Fick erzählt, ihren auf den Boden ausgezahlten Sold mit den Zehen aufnehmen, so habe ich nichts dagegen einzuwenden, kann sogar noch hinzufugen, dass die Aegypter auf dem Nil beim Aufsteigen auf den Mast das Takel zwischen die grosse Zehe fassen, und unsere barfüssigen Schuljungen, weil sie zu faul sind sich zu bucken, ihre Griffel, Geldstücke oder Anderes, was auf dem Boden liegt mit den Zehen aufheben. Ich glaube, wir wurden es gleichfalls so machen, wenn wir ohne Schuhe herumliefen, und mancher der zu steif im Kreuz

Fassen wir die Unterschiede zwischen Fuss und Hand kurz zusammen, so sind die characteristischen Merkmale für den Fuss:

1) Das feste Gewölbe hinten auf der Ferse, vorn auf den Metatarsus-Köpfen ruhend. 2) Der lange Tarsus mit der ihm eigenthümlichen Anordnung der Knochen, mit dem Unterschenkel in einem Ginglymus, in sich in einer Rotation und mit den Metatarsen in einer Amphiarthrose verbunden. 3) Die fünf langen in ihren sagittalen Durchschnitte parallel liegenden, (der fünfte divergirt) an ihren mit dorsaler Hemmungsfläche versehenen und in horizontaler Ebene liegenden Köpfchen, durch Bänder verbundenen Metatarsen, von denen der erste der starkste. 4) Die kurzen Zehen, von denen die erste und zweite fast gleich lang, und 5) die dorsale Flexion in dem Tarso-metatarsal-Gelenk.

Die charakteristischen Merkmale für die Hand sind:

1) Die kurze Handwurzel, — ihre Articulation mit dem Vorderarm in einer Arthrodie, mit dem Metacarpus I in einem Sattelgelenk, mit dem Metacarpus II, III und IV mit einer Amphiathrose, mit dem Metacarpus V in einer Rotation, und in sich in einem Ginglymus, — die eigenthümliche Anordnung ihrer kleinen Knochen. 2) Die vier kurzen dicken mit ihren sagittalen Durchschnittsebenen convergirenden, an ihren (nicht mit dorsalen Hemmungsflächen versehenen) Köpfchen befestigten Metacarpen neben einem

---

geworden ist um sich zu bücken, möchte eine grosse Erleichterung darin finden. Alles Dieses hat aber mit der Thätigkeit des Daumens, bei welchem der Metacarpus eine Hauptrolle mitspielt, nichts gemein. Die Chinesen machen freilich mit ihren Füssen Tollheiten genug und sie verstümmeln sie gewiss nach der Schwierigkeit. Trotzdem aber, dass bis jetzt, soviel mir bekannt, noch kein Anatom das Glück hatte den Fuss einer Chinesin zu seciren, so wissen wir doch davon hinreichend genug um einzusehen, dass gerade hier die Befestigung der Metatarsus I. mit seinen Nachbarn von besonderer Wichtigkeit ist, da nur durch das Caput des Metatarsus I. nebst der ihm zugewendeten Ferse der stelzenartige Gang vermitttelt wird.

Wenn endlich Fick sagt: „Dass Neger, Malaien, etc. nicht wie unsere Kinder mit eingedrückten Knieen, sondern wie die Affen mit abducirten Schenkeln und aufgesetzter Planta klettern, ist Allen, welche in den Tropen gelebt haben, bekannt“: so mochte ich meinem lieben, leider schon dahingegangenen Freunde antworten, dass freilich die Jungen auf die von ihm angeführte Weise in den Lahnbergen nach den Vogelnestern steigen, dass aber im Odenwalde und an andern Orten die Burschen mit abducirten Schenkeln und aufgesetzter Planta auf den Mast klettern. Dass nackte Fusssohlen hierbei eine grosse Unterstützung gewähren müssen, ist einleuchtend. Mein Mitbürger, Herr Franz Knoblauch, welcher in Neu-Caledonien ein Geschäft gegründet und eine Reihe von Jahren daselbst gelebt hat, bemerkte mir zwar, dass die Eingeborenen nur mittels Anstemmen der Hand und des Fusses Bäume besteigen, er erklärt dieses aber nur dadurch ausführbar dass die Jahresringe gleichsam als Treppe das Aufsteigen erleichtern und das Anklammern der Brust unmöglich machen.

freien, in einem Sattelgelenk befestigten Metacarpus I; die langen Finger, von denen der dritte der längste, der dickste aber kürzeste der Daumen, und — die vorherrschend volare Flexion in dem Carpo-meta-carpal-Gelenk.

Längemessungen an Hand und Fuss[1])

in Millimeter.

	Hand.	Carpus.	Daumen und Mittelhand.	Zeigefinger u. Mittelhand.	Metacarp. III.	Phalanx I.	Phalanx II.	Phalanx III.	Fuss.	Tarsus.	Erste Zehe und Mittelfuss.	Zweite Zehe u. Mittelfuss.	Metatarsus II.	Phalanx I.	Phalanx II.	Phalanx III.
Mittel von sechs europ. Männern	190	33,8	99	147,4	62,6	42,6	29	17,2	233	68,8	101,25	120,2	70,4	27,8	13	11
Mittel von sechs europ. Weibern	168,2	29,5	89,5	135,3	59,6	40,3	25,6	15	211	60,83	100	112,6	66,6	25,5	11,6	8,4

Länge der Hand und des Fusses bei Mann und Weib = 100 angenommen.

	Carpus.	Daumen und Mittelhand.	Zeigefinger u. Mittelhand.	Metacarp. III.	Phalanx I.	Phalanx II.	Phalanx III.	Tarsus.	Erste Zehe und Mittelfuss.	Zweite Zehe u. Mittelfuss.	Metatarsus II.	Phalanx I.	Phalanx II.	Phalanx III.
Mittel von sechs Männern	17,7	52,1	77,5	32,6	22,7	15,2	9,0	27,8	43,4	51,5	30,2	11,9	5,5	4,7
Mittel von sechs Weibern	17,5	53,2	80,4	35,7	23,9	15,2	8,9	28,8	47,3	53,3	31,5	12,08	5,4	3,9

Differenz.

Zwischen:	Daumen u. Zeigefinger	Grosse u. 2. Zehe.	Tarsus u. Carpus.	Mittelhand u. Mittelfuss.	Phl. I. des Fusses und Phl. I. der Hand	II. und II.	III. und III.	Daumen u. grosser Zehe	Zeigefinger u. 2. Zehe.
Mittel von sechs Männern	48,3	18,95	35	8,2	14,8	16	6,2	+ F 12,25	+ H 27,2
Mittel von sechs Weibern	45,8	12,6	31,33	7	14,8	14	6,6	10,5	22,7

---

[1]) Rücksichtlich der Messungen verweise ich auf die Einleitung für die nächstfolgende Tabelle. Bei Daumen, Zeigefinger und grosser Zehe ist der zugehörige Metacarpus oder Metatarsus mit gemessen.

Vorstehende Tabellen zeigen uns das Weib in allen Theilen der Hand und des Fusses absolut kleiner, relativ aber grösser. Dagegen sind die Differenzen zwischen Hand und Fuss beim Manne fast überall grösser, daher bei diesem Hand und Fuss schärfer ausgeprägt. Die zweite Zehe ist im Vergleich zur ersten und der Zeigefinger im Vergleich zum Daumen beim Manne grösser.

Fuss und Hand des Negers und des Malaien.

(Tafel I. Fig. 1 u. 2. Tafel II. Fig. 11 u. 12.)

Der Fuss unseres Negers ist vielfach verschieden von dem Fusse des Europäers. Ob die Formverhältnisse übrigens alle typisch oder individuel sind, lassen wir dahingestellt. Wie wir aus vorstehender Tabelle sehen, so ist er absolut kürzer als der des Europäers im Verhaltniss jedoch zu der Wirbelsäule gebracht ist er länger. Vor allen Dingen ist es die platte Form, die uns auffallt. Einem gutgebildeten Europäer-Fuss gegenüber gestellt, ist es ein vollständiger Plattfuss. Jener Leichtigkeit und Eleganz gegenüber, ist hier Plumpheit und rohe Form.

Gehen wir die einzelnen Knochen durch, so finden wir zunächst den Calcaneus nieder, ihm fehlt die Gewölbebildung zwischen seinem Körper und der Ferse fast ganz. Er liegt daher fast in seiner ganzen Ausdehnung auf dem Boden auf. Sein vorderer Theil ist viel dicker und höher als bei dem Europäer und hat nicht die halsartige Verengerung zwischen sich und dem Körper. Das Sustentaculum steht niederer. — Der Talus in seiner ganzen Ausdehnung niederer und länger, seine obere Rolle liegt mit dem äussern Rande höher. Er hat einen kürzeren Hals und daher steht die Gelenkfläche dieses mit der Gelenkfläche des os cuboid. fast in e i n e r den Fuss von der lateralen zur medianen Seite in senkrechter Richtung theilenden Ebene. Beim Europäer liegt erstere vor letzterer. Die untere Axe des Astragulusgelenk (H. Meyer l. c. pg 137) war an diesem, während mehrere Tage im Wasser aufgeweichten Fusse, sehr gut zu bestimmen, sie liegt weniger steil als bei dem Europäer.

Das os cuneiforme II. und III. und das os cuboideum sind kleiner, daher auch der vor der Axe des oberen Astragelus-Gelenkes liegende Tausus überhaupt kleiner als bei dem Europäer. — Das os cuneiforme I. zeigt am Metatarsus I. eine flache Rollfläche, die horizontal von der medianen zur lateralen Seite läuft und einen Radius von 27^{M} hat, während ich denselben bei einem Europäer 36^{M} gross finde. In senkrechter Richtung ist diese Gelenkfläche grade.

Der Metatarsus ist bei dem Neger viel länger. Der Primus ist medianwärts weiter von seinem Nachbar abgelenkt. Seine Verbindung mit dem cuneiforme I. geschieht in einer horizontallaufenden, sehr flachen Hohlrolle. Alle Metatarsen sind nach vorn etwas medianwärts gerichtet.

Was nun die Länge der Zehen betrifft so finde ich dieselben absolut kleiner als bei dem Europäer; übrigens ist die erste Zehe hier ungleich grösser als die zweite. Rechnet man aber den Metatarsus mit hinzu, so ist es umgekehrt. Der Fuss = 100 angenommen, sind beide grösser als beim Europäer.[1])

Die Stellung der Zehen ist aber sehr eigenthümlich, denn sie sind alle nach aussen gerichtet und bilden einen nach aussen offenen Winkel mit den auffallend nach innen gerichteten Tarsen. Hieran kann die Fussbekleidung nicht schuld sein. Ebenso wenig aber kann ein Schrumpfen der Bänder eine Veranlassung abgeben, da wie schon gesagt, der Fuss mehrere Tage in Wasser gelegen hatte und dieses keine Aenderung hervorbrachte. Da es an beiden Füssen gleichmässig ist, so mag es wohl ursprüngliche Bildung sein und mit der Flachheit des Tarsus und dem Gang auf der inneren Seite des Fusses in Verbindung stehen.

Zum Schluss ist noch zu bemerken, dass die Axe des Fusses, wie sie Weber und Langer annimmt (durch das Köpfchen des zweiten Mittelfussknochens und den unten aufliegenden Haken des Fersenbeines) durch die Mitte der Talus-Rolle geht.

Rücksichtlich der Hand haben wir zu erwähnen. dass ihre relative Länge gleich dem Fusse in allen Theilen grösser und nur der Carpus und der Tarsus relativ kürzer als beim Europäer ist.

Tafel II. Fig. 11 und 12.

Der Malaie von der Insel Rotti zeigt einen hohen in seinem mittleren Theile breiten, in dem Fersenfortsatz aber schmalen Calcaneus. Das Sustentaculum steht hoch und der Fuss ist auf seiner inneren Seite stark ausgehöhlt. Hierzu trägt besonders bei, dass der Talus stark nach innen geschoben ist. Dieser letztere liegt mit seiner Rolle horizontal, also mit beiden Rändern gleich hoch. Diese Rolle ist aber hinten schmal und wird nach vornen sehr breit und es scheint an diesem Fusse die von Langer beschriebene Schraubenwindung sehr entwickelt. Auch der Kopf des Talus ist dem Neger gegenüber breit.

---

[1]) Carl Vogt nennt in seinen „Vorlesungen über den Menschen“ Bd. I. pag. 229 die Zehen länger als bei dem Europäer. Burmeister aber in seinen „Geologischen Bildern“ Bd. II. pag. 108 spricht von der Kleinheit der Zehen beim Neger.

Der mittlere Theil des Tarsus ist breit und hat grössere Knochen. Das Cuboideum liegt sehr schräg von hinten und innen nach vorn und aussen. Dadurch ist der Fuss aussen stark eingezogen. Die Metatarsen sind lang und breit, sind an ihren Köpfchen nicht angeschwollen und liegen gerade, der Axe des Fusses parallel. Durch diese Lage und die Verschiebung des Talus nach innen fällt die Axenlinie des Fusses nahe dem äussern Rande der mittleren Gelenkfläche. Die zweite Zehe (deren dritte Phalanx wie bei allen übrigen fehlt) ist in ihrer zweiten Phalanx lang, und dadurch die zweite Zehe länger als die erste.

Tafel IV. Fig. 5.

Die Hand ist sehr zierlich und es erscheint der kleine Finger länger als es bei dem Europäer der Fall ist.

Der Fuss und die Hand des Gorilla im Vergleich zum Fuss und zu der Hand des Menschen.

Tafel II. Fig. 1—10.

Betrachtet man auf Tafel II. Fig. 3 und Fig. 11, so findet man die Knochen des Tarsus schmal und klein und schmächtig beim Gorilla im Vergleich zum Malaien. Bei letzterem sind die dicken starken Fusswurzelknochen zu einer Masse aufeinander gedrängt und in ihrer Längsausdehnung mehr einer Richtung folgend. Bei dem Gorilla sind die schmächtigen Knochen mehr (sit venia verbo) zerstreut, nach verschiedenen Richtungen auseinander gerückt, mit Vorsprüngen hier und dort hingewendet. Namentlich sieht man ausser der stark vorspringenden schmalen und langen Ferse nach vorn die Knochen nach zwei Richtungen auseinander gehen. Die eine Richtung geht nach vorn und innen, beginnt in dem Talus und setzt sich von dessen Hals und Kopf durch das flache und breite Naviculare zum Cuneiforme, geht in den Metatarsus über und endigt in der dritten Phalanx des Daumens. Die andere Richtung, welche nach aussen geht, beginnt am vorderen Rande des Calcaneus und an der äussern Seite des Capitulum tali und setzt sich durch die kurze aber breite zweite Reihe der Tarsalen in die nach aussen ablenkenden vier Metatarsen und die Zehen.

In Folge dessen treten auch die Metatarsen in zwei Richtungen auseinander, und selbst die vier letzten sind nicht so nahe aneinander gerückt wie bei dem menschlichen Fusse. Wollten wir bei dem Gorilla die von E. H. Weber für den menschlichen Fuss

angegebne Fussaxe anlegen, so würde, wenn wir das Cap. metatars. II. und den Stützpunkt der Ferse verbinden, die Rolle des Talus kaum berührt, oder es würde falls man diese wie bei dem Europäer berühren will, das vordere Ende in den grossen Winkelraum zwischen erste und zweite Zehe fallen.

Vergleicht man nun die Seitenansichten beider Füsse, so zeigt sich auch hier das Gespreizte und Haltlose nicht allein in den vordern längeren Abtheilungen, sondern auch in der Einsenkung in der Mitte der Tarsen, die hier in der Zeichnung durch Festbinden des Fusses auf die Unterlage wohl etwas zu übertrieben erscheint.

Verkleinern sich nun aber die Abtheilungen von Tarsus zum Metatarsus und von diesen zu den Zehen bei dem Menschen höchst rasch, so sehen wir bei dem Gorilla diese drei Abtheilungen in ihrer Länge nur wenig differiren, und würde der Fersenfortsatz nicht so auffallend gross sein, so wäre das Längenverhältniss dieser Theile zu einander hier sicher gerade ein umgekehrtes.

Doch gehen wir zur Betrachtung der einzelnen Theile. [1])

Der **Calcaneus** [2]) des Gorilla, wenn er gleich die Länge dieses Knochens bei dem Menschen hat, ist doch viel niederer und schmäler. Die Höhe seines Korpers beträgt 30^M. (Mensch 40^M.), seine Breite hinter dem Sustentaculum 25^M. (Mensch 37^M.), der hintere Fortsatz, die eigentliche Ferse, hat in ihrer Höhe 34^M. (der Mensch 40), und die Breite desselben beträgt 22^M. (bei dem Menschen 27^M.). Sie ist durch einen schlanken Hals an das Mittelstück befestigt. Das untere Ende der eigentlichen Ferse läuft in einen rundlichen Kopf aus, während dieser Fortsatz bei dem Menschen durch ein lateral stehendes Tuberculum sehr an Breite gewinnt. Das Sustentaculum tali ist breit und steigt nicht vom Körper wie bei dem Menschen nach aufwärts in die Höhe, so dass es mit dem höchsten ebenen Ende der Ferse in der Seitenansicht eine gleiche Höhe zeigte, sondern es steigt nach innen und fast nach abwärts. Stellt man nämlich den Knochen so, dass der längste Durchmesser der Ferse senkrecht steht, so liegt das Ende des Sustentaculum fast in gleicher Höhe mit ihrem unteren Ende. Der vordere Fortsatz des Calcaneus ist zur Bildung des Sinus tarsi sehr weit ausgebuchtet. An seiner vorderen Gelenkfläche

---

[1]) In der „Denkschrift des Offenbacher Vereins für Naturkunde zur Säcularfeier der Senckenbergischen Stiftung 1863“ findet sich in der reichhaltigen kritischen Zusammenstellung der Gorilla-Literatur von Dr. R. Meyer pag. 13 und 14 eine genaue Schilderung der äusseren Oberfläche der Hand und des Fusses.

[2]) Man vergleiche die trefflichen Abbildungen der Skelettheile der Hand und des Fusses eines mannlichen Gorilla. Osteological Contributions to the natural History off the anthropzid. Apes. Tfl. 10 and 11 in den Transactions of the zoological Society of London Vol V. part I.

für das Os cuboideum findet sich eine durch die Mitte der Fläche von oben bis zum untern Rande herablaufende Vertiefung, welche diese Fläche von der medianen zur lateralen Seite in zwei gleichgrosse in einem ohngefähr rechten Winkel zusammen treffende Flächen theilt. In diese legt sich das Os cuboid. mit seinem hintern jener Form entsprechenden Fortsatz.

Der **Talus** hat durch die gesenkte Lage des Sustentaculum eine starke Neigung nach der Mediane, daher seine Rolle in transversaler Richtung einen spitzen Winkel mit der längsten Ausdehnung des Fersenfortsatzes bildet, während dieser Winkel bei dem Menschen sich als ein fast rechter zeigt. Es steht daher die rollenartige obere Gelenkfläche aussen höher als innen (bei dem Menschen horizontal). Rücksichtlich der Form dieses Knochens ist zu bemerken, dass seine innere seitliche Gelenkflache in einem stumpfern Winkel zur Rollfläche steht und dass der Kopf des Talus nicht blos auf einem längeren Halse sitzt und mit seiner grössten Ausdehnung weniger steil als beim Menschen liegt, sondern dass er auch nicht nach vorn, sondern stark nach innen und vorn vom Talus sich ausdehnt.

Das Os naviculare, welches von vorn nach hinten und von oben nach unten eine viel geringere Ausdehnung, dagegen eine viel grössere Breite als bei dem Menschen hat, ist durch die vorhergehend erwähnten Formverhältnisse des Talus weniger steil gelagert und tritt mehr nach innen und nach unten über die Fläche des Fusses. Es liegt daher mit seinem hinteren Rande mehr seitlich der vorderen Gelenkfläche des Calcaneus und überragt dieselbe weder so weit nach vorn noch nach oben. Das Os cuboideum, welches viel breiter als lang ist, sowie die übrigen Fusswurzelknochen sind alle miteinander viel kleiner und namentlich viel kürzer als beim Menschen, und es verdient erwähnt zu werden, dass das Os cuneiforme tertium nicht so wie bei dem Menschen seine beiden Nachbarn nach vorn überragt.

Das Os cuneiforme I muss aber unsere Aufmerksamkeit etwas mehr in Anspruch nehmen. Dieser Knochen, der mit seiner oberen Fläche nicht in fortlaufender Ebene mit dem Os naviculare wie bei dem Menschen liegt, sondern medianwärts mit diesem Knochen einen Winkel bildet, hat an seiner vorderen äusseren Kante (Tafel II. Fig. 3 u. 7) eine Rolle, welche mit der an sie gehefteten grossen Zehe ein Scharniergelenk bildet. Diese Rolle hat einen Radius von 6M. (Tafel II. Fig. 6 und 7) und in ihrer Mitte einen Einschnitt, welcher senkrecht auf ihrer Axe steht (Tafel II. Fig. 4, a b.) Diese Axe, um welche sich die grosse Zehe flectirt und extendirt, liegt in einem spitzen Winkel zur Flexionsaxe des Metatarsus IV und V (vid. Tafel II. Fig. 4). Diese Stelle

unterscheidet sich in hohem Grade von der entsprechenden beim Menschen, denn bei diesem liegt jene Gelenkfläche gerade vorn am Knochen und nicht an der medianen Kante; ferner zeigt sie in transversaler Richtung eine leichte Einziehung. Die Wölbung dieser Fläche geht von aussen nach innen und gehört einem Radius von 35—40$^{M.}$ Länge. Sie bildet also mit der Flexionsaxe des Metatarsus IV und V einen rechten Winkel.

Zwischen dem lateralen Ende der Rolle und der lateralen oberen Ecke des Cuneiforme I, (welche an den Metacarpus der zweiten Zehe stöst) ist eine Entfernung von 10$^{M.}$, so dass zwischen den Metatarsen beider Zehen keine Berührung, sondern ein freier Raum vorkommt. Tafel II. Fig. 3.

Was nun die Metatarsen betrifft, so sind sie mit Ausnahme des der ersten Zehe in ihren Körpern und ihren Köpfchen stärker, dicker und länger als die entsprechenden des menschlichen Fusses. Der Metatarsus der zweiten Zehe ist der längste, der der ersten der kleinste. Die Basis der Metatarsen ist wie bei dem Menschen. Es steht übrigens die des dritten Metatarsus nicht zurück. Der Durchschnitt der Körper ist länglich rund zu nennen (mit Ausnahme des fünften, welcher dreieckig), die mediane und die laterale Seite sind die grössten und flachsten, die plantare und dorsale sind dagegen gewölbt. Die plantare Seite des Metatarsus V ist nicht wie bei dem menschlichen Fusse nach aussen gerichtet, sondern sieht nach der Planta. Alle Köpfchen sind dicker und grösser als beim Menschen und bilden auch hier eine Ginglymo-arthrodie; doch ist die Curve des Köpfchens beim Menschen mehr nach der Dorsalseite ausgebildet, so dass bei letzterem die Dorsalflexion begünstigter ist. Auch die Köpfchen liegen zu einander nicht wie bei dem menschlichen Fusse mit ihrer Axe in einer geraden, sondern in einer Bogenlinie, deren Convexität nach oben schaut. Der Metatarsus primus ist wie schon gesagt am kürzesten, dabei aber am dicksten. Er hat in seiner Basis eine Hohlrolle mit einem Grath und eine nach der plantaren und lateralen Seite vortretende Erhöhung. Der Querdurchschnitt seines Körpers ist dreiseitig mit einer dorsalen, medianen und lateralen Fläche und einer plantaren Kante. Sein Köpfchen zeigt eine Rolle mit einem Einschnitt. Wenn gleich der Metatarsus der grossen Zehe stärker als die übrigen, so ist doch dieses Verhältniss lange nicht in dem Grade wie bei dem menschlichen Fuss vorhanden.

Was nun die Phalangen betrifft, so wäre von der ersten Zehe nichts Besonderes zu erwähnen. Dagegen sind die der andern Zehen sehr verschieden von denen des menschlichen Fusses. Die des ersten Zehengliedes sind in Körper und Epiphysen langer und stärker als die des Menschen: die Epiphysen sind nicht so angeschwollen im Verhältniss zum Körper. Der Körper ist breit, auf seiner dorsalen Seite gewölbt

und auf der plantaren eben, an der zweiten und dritten Zehe finden sich zwei seitliche Kanten. Dasselbe Verhältniss zeigen die zweiten Zehenglieder. Auch sie gleichen mehr den Phalangen der Hand als des Fusses. Weniger gilt dieses von der dritten Phalanx. Die zweite Zehe ist die längste. Stellt man einen normal gestalteten menschlichen Fuss auf eine horizontale Fläche, so berühren bekanntlich nur die Capitula metatars. I und V, sowie der Fersenfortsatz die Unterlage; dabei nimmt die Rollfläche des Talus den hochsten Punkt ein (70M.), wobei der mediane Stand dieser Gelenkfläche kaum niederer steht als der laterale, der Fersenfortsatz steht mit seinem längsten Durchmesser fast senkrecht. Der Rücken des Fusses steigt ziemlich gleichmässig von Reihe zu Reihe nach vornen abwärts und die Metatarsen und Phalangen liegen in gleicher Richtung mit der Ganglinie der Talusrolle, d. h. mit der Längsaxe des Fusses. Anders ist es mit dem Fusse des Gorilla. Legt man diesen auf eine horizontale Unterlage (vid. Tafel II. Fig. 2) so berühren die Zehenspitze aller Zehen und die Ferse den Boden. Letztere liegt aber schrag, denn sie hat ihren längsten Durchmesser nach aussen und oben gerichtet. Die höchste Stelle nimmt auch hier die Rolle des Talus, jedoch nur mit ihrem äusseren Rande ein (50M.). Die Axe der Rolle aber läuft in schräger Richtung abwärts nach innen, der Fussrucken hat in der Richtung der vorderen Handwurzelknochen eine Einsenkung, welche zwischen os naviculare und cuneiforme I am tiefsten wird, daher ist der Tarsus an dieser Stelle auch flacher. Die Richtung der Metatarsalknochen und Phalangen bilden mit dem Längsdurchmesser des Fersenbeines oder Beugungs- und Streckungsebene des Talus verschiedene Winkel; — die grosse Zehe medianwärts, die übrigen lateralwärts. Endlich steht die grosse Zehe mit ihren Metatarsen in einem starken Winkel zu den übrigen Zehen. Besonders ist noch hervorzuheben, dass die Furche für die Sehne des Peron. longus wegen der Kürze der Tarsusknochen der zweiten Reihe fast quer läuft. Dass die volare Flexion der Zehen die dorsale weit übertrifft, scheint aus Owen's Bemerkung: dass die Zehen nur mit Anstrengung zu strecken wären, hervorzugehen.

Tafel IV. Figur 1 bis 4.

Die **Hand** des Gorilla gleicht in allen Stücken der Menschenhand, nur ist sie in allen Theilen grösser, stärker und kräftiger ausgeprägt, mit Ausnahme des Daumens, welcher nicht blos relativ, sondern absolut kleiner ist als der des Menschen.

Während die Körper des Metacarpus langgestreckt, auf der Dorsalseite eben und in der volaren Seite nach vorn kantig sind, zeigen namentlich ihre Capitula ein stärkeres

Gepräge. Die Gelenkflächen springen in scharfer Kante in die Vola hervor (Fig. 3), die Sinus laterales sind sehr tief und die Tubercula laufen auf der Dorsalseite in einen Grath zusammen und bilden ein Hemmniss für eine übergrosse Dorsal-Flexion. Rücksichtlich der Phalangen wäre als besonders zu bemerken, dass die Phalanx I. auf ihrer volaren Seite durch kammartiges Uebergreifen der seitlichen Ränder vollkommene Pinnen zeigen. Fig. 3. Auch hier sind die Gelenkenden stark angeschwollen.

Auch bei dem Gorilla hat der Daumen gleich der Menschenhand ein vollkommen entwickeltes Sattelgelenk, (Tafel IV, Fig. 4) doch ist er sowohl im Ganzen als auch in seinen einzelnen Theilen schwächer, kürzer und schmächtiger als der menschliche Daumen. An den Zeigefinger angelegt, reicht er nur zum oberen Gelenkkopf der Phalanx I. Der menschliche Daumen reicht fast bis zu ihrem vorderen Ende.

Die so plumpe schwere Hand des Gorilla, welche zugleich, wie wir aus den starken Hemmungsflächen an den Köpfen der Metacarpen sehen, zum Stützen des Körpers beim Fortbewegen dient, bildet einen auffallenden Gegensatz zu dem leichten und fein gebildeten Fuss.

Die Länge der Phalangen dieses letzteren, die dicken kräftigen Metatarsen, die vorherschende volare Flexion in den Phalango-Metatarsalgelenken, die seitlich gewendete Richtung der grossen Zehe der Ginglymus am Metatarsus I, der Mangel eines lig. capituli, die freie Bewegung des Metatarsus I, die Kürze der vorderen Tarsen, ihre gleichmässige Lagerung neben einander, die Kürze des Naviculare und die Endigung des vorderen Tarsus gegen den hinteren fast in einer Querebene — zeigen uns ein Gebilde, welches die Eigenschaften zum Greifen gleich einer Hand hat. Der Talus mit seiner aussen höher liegenden Roll-Fläche und seiner nur geneigt liegenden inneren Gelenkfläche, die Richtung seines Gelenkkopfs nach innen und unten und seiner mehr längs als quer liegenden unteren Gelenkfläche — der schmächtige Calcaneus um seine Längsaxe nach innen geneigt und mit dem gesenkten sustentaculum, wodurch eine Aushölung möglichst schwindet, sind dagegen Gebilde, welche wenig geeignet scheinen der Masse dieses Thieres als alleinige Stütze zu dienen und einen aufrechten Gang zu bedingen.

Während wir aus dem Talus und Calcaneus, welche bei allen Säugethieren an dieser Stelle vorkommen und den Beginn des terminalen Endes der Hinterextremität documentiren, den Fusstheil anerkennen müssen, sind die vor ihm liegenden Gebilde, trotz dem wir ein Naviculare, Cuboideum, Tuberculum Metatarsi V. finden, dadurch dass sie kurz sind, eine sehr freie Rotationan dem Calcaneus und Talus haben, welche letztere durch die mehr querliegende Axe des unteren Astragalus-Gelenk und die geneigtliegende Axe

in dem oberen Astragalus-Gelenk unterstützt wird, — Gebilde, welche eine sehr bewegliche Basis für die vor ihnen liegende Hand abgeben.

Fuss und Hand des Chimpance.

Tafel III. Figur 1 bis 4 und Taf. IV. Fig. 6.

Der Fuss des Chimpance[1]) hat im Ganzen die grösste Aehnlichkeit mit dem des Gorilla. Bei genauerer Betrachtung ergeben sich doch auch manche auffallende Unterschiede. Die Länge beider uns vorliegender Exemplare (beide ausgewachsene Weibchen) ist im Ganzen ziemlich gleich, doch sind die einzelnen Theile sehr verschieden. Wahrend nämlich der Chimpance im Metatarsus und den Phalangen an Länge den Gorilla weit übertrifft, ist dieser wieder länger in der Fusswurzel. (Chimpance 80$^{M.}$, Gorilla 90$^{M.}$) Dieses ist ganz besonders veranlasst durch das längere Fersenbein und Talus. Bei dem Chimpance ist das Fersenbein noch mehr um seine Längsaxe gedreht und sieht mit der äusseren Fläche nach unten. (Bei dem Würzburger Gorilla übrigens, den ich der Gefälligkeit des Herrn Hofrath Kölliker verdanke, ist die fast gleiche Bildung dieses Knochen). Die grössere Länge des vorderen Theiles des Fusses beruht dagegen beim Chimpance auf der grösseren Länge der ersten Phalanx der vier letzten Zehen. Ferner wäre zu erwähnen, dass wenigstens bei dem Würzburger Gorilla die innere (mediane) seitliche Gelenkfläche des Talus zu der oberen Rolle in einem weit grösseren sehr stumpfen Winkel steht, die äussere aber in einem spitzeren als bei dem Chimpance. Die grosse Zehe ist an beiden ganz gleich, daher beim Gorilla grösser im Vergleich zu den anderen Zehen.

Tafel IV. Figur 6

Nur wenig Verschiedenheit besteht zwischen **der Hand** beider Thiere. Der Chimpance zeigt eine längere und schmälere Hand, sowie eine grössere Länge der Metacarpen und der Phalangen, dagegen hat er nicht jene Längskanten auf der Volarseite der ersten Phalanx. Die Daumen beider gleich, daher auch hier wieder dieser beim Chimpance im Vergleich zu den übrigen Fingern kürzer.

---

[1]) Man vergleiche das Pracht-Werk: Recherches d'Anatomie comparée sur la Chimpance par W. Vrolik pg. 12.

Der Fuss und die Hand des Orang verglichen mit dem des Gorilla.

Tafel III. Fig. 5 bis 9.

Hier findet ein ähnliches Verhältniss statt wie zwischen dem Chimpance und dem Gorilla. Beide Füsse vorliegender Exemplare (auch der Orang ist ein altes Weibchen) sind fast gleich lang. Allein der Gorilla ist länger in dem Tarsus, der Orang in dem Metatarsus und den Phalangen. Beim Orang ist der Fersenfortsatz kurz und nicht so um seine Axe gedreht. Die äussere Seite derselben bildet auch nicht in dem Grad einen spitzen Winkel mit dem Querdurchmesser der Rolle des Talus. Die Knochen des Tarsus sind alle kleiner. Die vier äusseren Metatarsen aber länger und nach vornen glatt angeschwollen. Die ersten Phalangen sind viel länger als bei dem Gorilla, dabei aber stark von der hintern zur vordern Epiphyse gebogen, auf der Volarseite flach, auf der dorsalen aber im Querschnitt gewölbt. Auch die zweite Phalanx ist grösser. Was nun aber die erste Zehe betrifft, so ist diese viel kürzer und schmächtiger. Der Metatarsus bewegt sich auf einer Rolle des cuneiforme I. und stellt ein vollkommenes Charniergelenk dar. (vid. Fig. 7. a. b.) Bei einem getrockneten in Bänder präparirten Orangfuss, welcher im Wasser aufgeweicht wurde, finde ich übrigens die Axe dieser Rolle in einem viel spitzeren Winkel zu den übrigen Basen der Metatarsen als bei dem Gorilla (vid. Tafel III, Fig. 6 a—b.) An einem jungen Orang, den ich in Weingeist aufbewahre und an dem die Muskeln, Arterien und Nerven präparirt sind, finde ich eine überaus grosse Schlaffheit des oberen und unteren Tarsusgelenks, sowie ein sehr bedeutendes Rotationsvermögen zwischen Talus und Cuboid. einerseits und den übrigen Tarsusknochen. Bei meinem jungen Orang lassen sich z. B. die Capitula Metatarsi um die Längsaxe des Fusses um 102° rotiren, während bei dem Menschen diese Rotation von aussen medianwärts nur in einem Winkel von 56° geschehen kann. Endlich aber findet sich die volare Flexion in dem Metatarso-phalangeal-Gelenk gleich den anderen Affen auf's Vollkommenste ausgebildet, während die Dorsal-Flexion nur sehr beschränkt ist.

Die Hand (Taf. III. Fig. 8, 9) des Orang unterscheidet sich durch einige Eigenthümlichkeiten. In dem Carpus findet sich nämlich zwischen Multangulum, Capitatum, Naviculare ein eigener Carpusknochen, welcher mit dem Multangulum minus, sowie mit dem Capitatum articulirt und die vordere Gelenkfläche des os naviculare (für das das Capitulum des os capitat.) ergänzt und vergrössert (W. Vrolik l. c.). Ferner ist ein kleiner erbsenförmiger Knochen nach hinten an der Daumenseite des os multangulum majus und ist hier nichts

anders als die von den Os multangulum m. getrennte Eminentia carpi radialis inferior des Menschen. Im Ganzen ist die Hand länger und schmaler und schlanker als beim Gorilla. Alle Knochen sind schmächtiger, die Metacarpusknochen aber und die Phalangen sind länger. In dieser Hinsicht ist die Hand des Orang weit ähnlicher dem Chimpanse, doch ist charakteristisch für sie die stark über die Fläche gebogene erste Phalanx (ganz wie an dem Fuss). Endlich ist zu bemerken, dass der Daumen kürzer als bei dem vorigen. Letzterer articulirt wie bei dem Menschen und den andern Affen in einem Sattel.

Der Fuss und die Hand des Hylobates leuciscus.

Tafel III, Figur 10 und 11. Tafel IV, Fig. 7 und 8.

Der Tarsus ist hier verhältnissmässig länger und grösser, allein der Fersenfortsatz ist kurz und statt nach unten, nach oben ausgehöhlt, aber nicht um die Axe gedreht. Der äussere Rand der Talusrolle steht wie bei allen Affen aussen höher. Die grosse Zehe ist ungleich grösser und starker als beim Orang und articulirt auf einer Walze im Charnier. (Fig. 11 a. b.) Rücksichtlich der Hand wäre aber ganz besonders zu bemerken, dass am Carpo-Metacarpalgelenk des Daumens **kein Sattel**, sondern eine freie Arthrodie vorhanden, indem die ausgehöhlte pfannenartige Gelenkhöhle am Metacarpus des Daumen auf einem runden Gelenkkopf des Multangulum majus artikulirt. (Siehe Tafel IV, Fig. 8, wo der Carpus von der Volar-Seite abgebildet ist.)

Längemessungen der einzelnen Theile der Hand und des Fusses bei Menschen und ungeschwänzten Affen.

Die Messungen für die nächstfolgenden Tabellen sind in nachstehender Weise genommen. Die Länge des Carpus von der oberen Gelenkfläche des os lunatum zum Metacarpus III. — Des Tarsus vom oberen vorderen Ende der Rolle des Talus zum Metatarsus III. — Die Länge des Daumens und des Zeigefingers der ersten und zweiten Zehe ist zweimal gemessen. Einmal für sich und das zweitemal schliesst die Messung den dazu gehörigen Metacarpus und Metatarsus mit ein. — Der Metacarpus und Metatarsus (für sich) so wie die Phalangen sind an der Hand am Mittelfinger, an dem Fusse an der zweiten Zehe gemessen.

Der Kürze halber werde ich im Text die Maasse wo die Metacarpen und die Metatarsen mit den Fingern und Zehen zusammen gemessen sind, „erste, zweite Finger- oder Zehenreihe“ nennen.

A. Längemessungen der Hand und des Fusses in Millimeter.

Name.	Hand.	Carpus.	Metacarpus III.	a Metac. u. Daumen.	b Metacarpus und Zeigefinger.	Phalanx I. des Mittelfingers.	Daumen.	Zeigefinger.	Mittelfinger.	Fuss.	Tarsus.	Metatarsus II.	c Metatarsus und erste Zehe.	d Metatarsus und zweite Zehe.	Phalanx I. der zweiten Zehe.	Erste Zehe.	Zweite Zehe.	Dritte Zehe.
Mittel aus sechs Europäern.	190	33,8	62,6	97,8	147,4	42,6	53,3	82,3	92,2	233	68,8	70,4	114,3	120,2	27,8	56,1	54	48,1
Mittel aus sechs Eur. Weibern.	168,2	29,5	59,6	87,8	135,3	40,3	47	75	83,1	211	60,8	66,6	103	112,6	25,5	49,2	47	43.3
Malaie.	180	32	63	94	152	45				210	59	72	106	121	25			
Neger.	180	30	65	100	147	43	53	77	90	230	55	73	115	124	30	55	50	48
Gorilla.	220	37	83	85	175	53	44	85	109	235	48	73	96	148	38	46	75	71
Chimpance.	240	28	85	88	193	63	48	107	130	243	46	76	108	165	46	51	89	84
Orang.	230	27	87	78	198	72	42	111	130	255	44	83	72	189	60	28	106	121
Hylobates leucisc.	152	18	53	62	128	41	33	73	82	135	27	43	65	91	25	29	48	56

B. **Die Länge der Hand und des Fusses = 100.**

Name.	Carpus.	Metacarpus III.	a. Metacarp. und Daumen.	b. Metacarp. und Zeigefinger.	Phalanx I. des Mittelfingers.	Daumen.	Zeigefinger.	Mittelfinger.	Tarsus.	Metatarsus II.	c. Metatars. u. erste Zehe.	d. Metat. u. zweite Zehe.	Phalanx I.	Erste Zehe.	Zweite Zehe.	Dritte Zehe.
Mittel aus 6 Europäern.	17,7	32,6	51,4	77,5	22,7	28,16	43,3	48,6	27,8	30,2	60,4	51,5	11,9	24,07	23,1	20,6
Mittel aus 6 Eur. Weibern	17,5	35,7	52,1	80,4	23,9	27,9	44,6	49,4	28,8	31,5	61,2	53,3	12,08	23,3	22,2	20,5
Malaie	17,7	35	52,2	84,4	25				28,09	34,2	58,8	57,6	11,9			
Neger	16,6	37,2	55,5	81,1	23,8	29,4	42,7	50	23,9	31,7	63,8	53,9	13,4	23,9	21,7	20,8
Gorilla	16,8	37,7	38,6	79,5	24,09	20	38,6	49,5	20,4	31,06	40,8	62,9	16,1	19,5	31,9	30,2
Chimpance	11,6	35,4	35,4	80,4	26,2	20	44,5	54,1	18,8	31,2	44,4	68,7	18,8	20,9	36,4	34,5
Orang	11,7	37,8	33,9	86,08	31,3	18,2	48,2	56,5	17,2	32,6	28,2	74,1	23,5	10,9	41,5	47,4
Hylobates leuciscus	11,8	34,8	40,7	84,2	26,9	21,7	48,02	53,9	20	31,8	48,1	67,6	18,5	21,4	35,5	41,4

Aus vorstehenden Tabellen glaube ich Folgendes als besonders von Interesse entnehmen zu können:

1) Der Neger ist in dem Metacarpus und Metatarsus, in Folge dessen auch in der ersten und zweiten Finger- und Zehenreihe (vid. Tab. A., Columne a, b, c, d) und in der Phalanx I der Finger und der Zehen absolut grösser als der Europäer, in allen andern Theilen aber kleiner. Aus Tabelle B. ergiebt sich aber, dass auch die Finger länger werden, der Carpus, Tarsus und die Zehen aber kleiner bleiben.

2) Vergleichen wir die drei ersten ausgewachsenen weiblichen Affen mit dem menschlichen Weibe, so zeigt sich rücksichtlich der relativen Grösse folgendes:

Carpus, Tarsus, Daumen und grosse Zehen nehmen bei den ungeschwänzten Affen entschieden ab. Die erste Phalanx der Hand und des Fusses, sowie die übrigen Finger und Zehen werden entschieden grösser.

3) Der Neger steht durch die grössere Länge der ersten Hand- und Fussreihe, (a. b. c. d. B.) sowie die Kürze der Zehen und die Länge des Daumens den Affen ferner, als die Europäer. In der Kürze des Carpus und Tarsus tritt er ihnen näher.

4) Der Gorilla steht weder rücksichtlich der Hand noch des Fusses dem Menschen näher als der Chimpance oder der Hylobates. Scheint er auch an einer Stelle ihm näher zu stehen, so entfernt er sich an einer andern wieder um so mehr.

C. Differenzen zwischen einzelnen Theilen der Hand und des Fusses.

Namen.	Daumen und Zeigefinger.	Zeigefinger und Mittelfinger.	Erste Zehe und zweite Zehe.	Zweite Zehe und dritte Zehe.	Daumen und grosse Zehe.	Zweiter Finger und zweite Zehe	Dritter Finger und dritte Zehe.	Carpus und Tarsus	Metacarpus II und Tarsus III
Europäer	+Z 29	+M 9,9	+I 2,1	+II 6,1	+Z 2,8	+F 28,3	+F 44,1	+T 35	+Mt 8,2
Europäisches Weib	+Z 28	+M 8,1	+I 2,2	+II 3,7	+Z 2,2	+F 25,8	F 39	+T 31,3	+Mt 7
Neger	+Z 24	+M 13	+I 5	+II 2	+Z 2	+F 27	F 42	+T 25	+Mt 8
Gorilla	+Z 41	+M 24	+II 29	+II 4	+Z 2	+F 10	F 38	+T 11	+Mc 10
Chimpance	+Z 59	+M 23	+II 38	+II 5	+Z 3	+F 18	F 46	+T 18	+Mc 9
Orang	+Z 69	+M 19	+II 78	+III 15	+D 14	+F 5	F 9	+T 17	+Mc 4
Hylobates	+Z 40	+M 9	+II 19	+III 8	+D 4	+F 25	F 26	+T 9	+Mc 10

Rücksichtlich der Differenzen dürfte wohl Folgendes zu bemerken sein:

a. **an der Hand:**

Die Differenz zwischen Daumen und Zeigefinger weit kleiner beim Menschen als bei den Affen (29 Europäer, 41 Gorilla). Unter ersteren hat der Neger einen grösseren Daumen, unter letzteren der Hylobates. Gorilla. Neger, Europäer — Hylobates, Gorilla.

Die Differenz zwischen Zeige- und Mittelfinger kleiner beim Menschen als bei den Affen. Bei ersterem hat wieder der Neger den grösseren Mittelfinger, bei letzteren der Gorilla. Die Reihe würde also sein: Europäer, Neger — Hylobates etc., Gorilla.

b. **an dem Fuss:**

Die Differenz zwischen erster und zweiter Zehe beim Menschen sehr gering, bei den Affen sehr gross (Europäer 2,1^M., Gorilla 29^M.)

Bei dem Menschen ist die erste Zehe grösser als die zweite (beim Neger am grössten [6^M.), bei dem Affen die zweite Zehe grösser als die erste. Die Länge der grossen Zehe nimmt zu: Europäer, Neger und bei den Affen Gorilla etc. Hylobates.

Die Differenz zwischen zweiter und dritter Zehe ist bei dem Europäer grösser als bei dem Neger d. h. die zweite Zehe ist grösser. Ebenso ist es bei dem Gorilla und Chimpance. Umgekehrt wird aber die dritte Zehe grösser als die zweite beim Orang und Hylobates (vermehrte Handbildung). Die Reihe würde hier sein bezüglich der Grösse der zweiten Zehe: Neger, Europäer — Gorilla, Chimpance, Hylobates, Orang.

c. **zwischen Hand und Fuss:**

Die Differenz zwischen dem Daumen und der grossen Zehe ist bei Menschen und den höherstehenden Affen gering d. h. die grosse Zehe ist etwas grösser als der Daumen. Anders ist es bei Hylobates und Orang: hier wird der Daumen viel grösser als die grosse Zehe.

Die Differenz zwischen dem Zeigefinger und der zweiten Zehe ist bei dem Menschen am grössten. Auch bei Hylobates ist sie gross, da hier die zweite Zehe kleiner geworden.

Die Differenz zwischen dem dritten Finger und der dritten Zehe bei dem Menschen etwas grösser, besonders bei dem Neger.

Die Differenz zwischen Carpus und Tarsus ist bei dem Menschen viel grösser. Hier bei dem Neger, unter den Affen bei dem Hylobates und Gorilla am wenigsten. Europäer, Neger, Orang, Chimpance, Gorilla, Hylobates.

Die Differenz zwischen Metacarpus und Metatarsus zeigt bei dem Menschen den Metatarsus grösser und zwar vorzüglich bei dem Europäer. Bei den Affen aber den Metacarpus grösser, besonders bei Gorilla und Hylobates. Der Metacarpus wird grösser: Europäer, Neger. — Orang, Chimpance, Hylobates, Gorilla.

Hand und Fuss der geschwänzten Affen und Halbaffen.

Wie wir gesehen, ist der Fuss bei den geschwänzten Affen weit grösser als die Hand, bei Hylobates war dagegen die Hand grösser als der Fuss. Wenn gleich letzterer sich hierdurch sehr von den niederen Affen entfernt, so ist doch Fuss und Hand im Ganzen, sowie das Verhältniss der Metatarsen, Metacarpen und der Phalangen zu einander bei letzteren dem Hylobates ähnlich.

Beim Gorilla und Chimpanse ist die zweite Zehe (mit ihrem Metatarsus) am längsten und gleichmässig bis zur fünften nahmen die Fussglieder an Länge ab. Zuerst beim Orang zeigte sich die dritte Zehe als die längste, dann folgte die vierte, die zweite und zuletzt die fünfte. Ebenso war es bei dem Hylobates.

Bei den niederen Affen ändert dieses Verhältniss jedoch auch wieder. Hier hat z. B. das vierte Fussglied meist eine gleiche Länge mit dem dritten. Zuweilen ist aber das fünfte Fussglied länger als das zweite (Inuus silvanus), dann wieder das zweite langer als das fünfte. Zuweilen sind die Phalangen weniger lang, die Metatarsen aber länger (Macacus Gelada), zuweilen umgekehrt (Colobus Guereza). Bei Hapale wird sogar der fünfte Metarsus länger als die andern. Ebenso wechselt die Länge der grossen Zehe. Letztere articulirt aber überall auf einer Rolle, die in ihrer Oberfläche eine mehr oder weniger mit der Axe schräg sich kreuzende Einziehung hat. Der Calcaneus hat keinen starken Fersenfortsatz und ist auf seiner untern Fläche eben. Das Sustentaculum steht geneigt und der Talus in Pronation, wodurch seine Axe für das Sprunggelenk nach Aussen einen Winkel mit dem Horizont bildet.

An der Hand ist überall das Os centrale. Das Os pisiforme bildet einen langen Fortsatz und articulirt überall mit der Ulna und dem Os triquetrum, was bei den höheren Affen nicht der Fall. Der Daumen ist bald länger bald kürzer, ebenso die Finger (der dritte der längste) und die Metacarpen: (bei Macacus gelada die Finger kurz und die Metacarpen lang). Der Metacarpus I articulirt fast überall mit dem Multangulum majus in einem mehr oder weniger ausgebildeten Sattelgelenk. Bei Ateles aber trägt der Metacarpus eine ausgehöhlte Gelenkfläche, welche am Multangulum mit einer entsprechend gewölbten Rolle, deren Axe senkrecht auf einer die Basis der übrigen Metacarpen verbindenden Ebene steht, sich verbindet. Der Metatarsus I aber articulirt in allen den Fällen, welche ich genauer zu untersuchen Gelegenheit hatte, (Ateles Hapale) gleich wie beim Gorilla auf einer Rolle.

Betrachten wir doch auch hier einzelne Formen etwas eingehender.

Colobus Guereza.

Tafel I. Fig. 3—6.

Die Hand (Fig. 3) dieses zeichnet sich aus durch einen verkümmerten Daumenstummel, indem nämlich auf dem Metacarpus I nur eine sehr verkümmerte Phalanx I articulirt, die zweite aber vollkommen fehlt.[1]) Der Metacarpus I bewegt sich auf einer Rolle des Multangulum majus, deren Axe wohl in einem fast rechten Winkel mit einer Linie steht, welche die Basis der Metacarpen mit einander verbindet. Von einem freien Sattelgelenk ist hier keine Spur. Die Metacarpen der übrigen Finger, die nach oben schmäler, nach den Phalangen breiter werden, haben an den Carpo-metacarpal-Gelenken Sesambeine. Die Phalanx I und II ist stark gebogen. Der zweite Finger ist mit seinem Metacarpus kürzer als der fünfte. Bei den Carpusknochen ist das Os centrale zu erwähnen, welches gleichsam als die vordere Hälfte des naviculare hominis der einen Seite des Os capitati eine Hohlfläche darbietet und mit einer convexen Fläche mit dem Os multangulum minus articulirt. Die erste Reihe der Carpalen articulirt mit dem Radius wie bei dem Menschen, es steht aber auch die Ulna mit dem Os triquetrum und dem pisiforme in vollkommener Articulation. Bis auf das Carpo-metacarpal-Gelenk des Daumens, welches weniger freistehend als bei dem Menschen nur eine Flexion

[1]) An meinen beiden Skeletten von Ateles fehlt die erste Phalanx, da aber der Metacarpus stark gewölbt, so scheint diese hier beim Skeletiren abhanden gekommen zu sein.

und Extension besitzt und die Phalango-metacarpal-Gelenke, bei welchen die Volare-Flexion durch die Sesambeine etwas weniger entwickelt scheint. sind die Verhältnisse ganz analog der Menschenhand.

Der Fuss. Was nun den **Fuss** von Colobus Guereza betrifft, so ist rücksichtlich der Phalangen zu bemerken, dass die erste wie die zweite Phalanx von vorn nach hinten gebogen sind und daher nach der Vola concav sich zeigen. Aber auch im Querschnitt sind sie gleich denen der Hand auf dem Rücken convex und auf der Vola concav. Ferner ist zu bemerken, dass die 3. und 4. Zehe (nebst Metatarsus) die langste: die 2. kürzer als die 5., die erste jedoch die kürzeste ist. In gleichem Verhältniss stehen die Metatarsen für sich. An den Gelenken dieser mit den Phalangen finden sich Sesambeine. Diese Metatarsen articuliren (von dem 2. bis 5.) mit von oben nach unten gewölbten Gelenkflächen an der zweiten Reihe der Tarsen, wie auf Taf. I, Fig. 9 bei dem Cynocephalen zu sehen ist. Anders verhält es sich mit dem Metatarsus I. Hier articulirt eine Hohlrolle des Metatarsus auf einer Rolle des Cuneiforme I. wie bei den anderen Affen. Nur dadurch ist dieses Gelenk verschieden, dass die Rolle (Fig. 6a) des Cuneiforme auf ihrem oberen Theile plötzlich eine Aushöhlung bekommt, in welcher ein Meniscus mit Knochenkernen liegt. Dieser Meniscus (Fig. 6b) ist nach beiden Seiten convex den Knochenflächen zugewendet und ist an dem oberen und hinteren Rande des Gelenks mit einer feinen Lage von Bindegewebe angeheftet. An diesem Rande liegen zwei osteoide Knochenstücke, welche nach dieser Richtung die Gelenkhöhle vertiefen (Fig. 6. cc. — Fig. 5*). Von den Tarsusknochen wäre nur zu erwähnen, dass das Naviculare sehr steil steht und seine hintere Gelenkfläche mehr von oben nach unten liegt: dass der Kopf des Talus seine grösste Ausdehnung von oben nach unten hat, dass die Ferse nicht abwärts hervorspringt, sondern mit ihrem oberen Ende, gleich wie bei dem Hylobates nach oben schniebenförmig ausgezogen ist der Calcaneus in seiner ganzen Länge auf dem Boden aufliegt und eine Wölbung in der Sohle nicht vorhanden ist.

Cynocephalus mormon und hamadrias.

Tafel I. Fig. 7—9

Was die Lange der Finger (mit den Metacarpen) betrifft, so ist der 3. und 4. gleich gross und der 2. hat fast gleiche Länge mit dem 5. Das Daumenglied ist verhältnissmassig lang. Der Metacarpus I steht mit einem sehr abgeflachten Sattelgelenk mit dem

multangulum majus in Verbindung. Die übrigen Metacarpen haben an ihren Basen von der dorsalen Seite gewölbte Gelenkflächen, durch welche sie mit den Carpalen in Verbindung stehen (Tafel I, Fig. 8). Das Os centrale ist vorhanden, das Os pisiforme articulirt mit dem triquetrum und mit der Ulna, was bei dem Orang sowie bei dem Menschen nicht der Fall. Es scheint hier gleich der Ferse als günstiger Hebelarm für den Flex. ulnaris beim Gehen zu wirken. Der carpus ist gross.

Am Fusse sehen wir die 2. und 3. Zehe gleich lang, weit kürzer die 4. und 5. Der Daumen mit seinem Metacarpus ist gross. Letzterer articulirt mit einer Hohlrolle auf einer Rolle des cuneiforme I, dessen Axe steil von oben und aussen nach unten und innen läuft. Die übrigen Metatarsen verbinden sich durch **von der dorsalen zur volaren Seite gewölbte Flächen mit den correspondirend concav ausgehöhlten Flächen der Tarsalen.** Der Tarsus ist mittelgross, das Os navicul. liegt steil und ebenso seine hintere Gelenkflache. Es berührt seitlich das Os cuboideum. Der Talus ist pronirt und seine Axe für das Sprunggelenk bildet mit dem Horizont. wie bei allen Affen, einen Winkel nach aussen.

Cebus capucinus.

Hand. Die Carpusknochen mit dem Centrale sind wie bei den anderen Affen. — Die Cartilago triangularis mit dem lig. subcruentum fehlt und das Os triquetrum und pisiforme articulirt unmittelbar auf der Ulna. Das multangulum majus zeigt eine Rolle, welche in der Mitte etwas vertieft ist, auf derselben articulirt in rechtem Winkel die Hohlrolle des Metacarpus I, welcher entsprechend jener Vertiefung erhöht ist. Die Axe dieser Rolle steht in einem grösseren Winkel zu den Axen der übrigen Metacarpalen als bei Ateles. Rücksichtlich der Lange der Finger ist zu bemerken, dass der 3. und 4. Finger gleich lang ist, dass der 2. starker und nur wenig länger als der 5. ist. In dem Phalango-metacarpal-Gelenk ist eine weit freiere Flexion und Extension, obgleich hier Sesambeine.

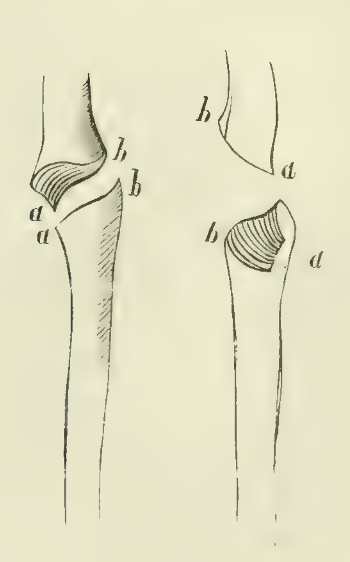
Fuss. Die Ferse steigt nicht frei abwarts, sondern aufwärts und der Calcaneus bildet von hinten nach vorn eine mehr gleichmässige Stütze. Die Bänder sind schlaff, aber die Rotation am Fussgelenk beschreibt nur einen Bogen von 60° und ist daher viel geringer als bei dem Orang. An dem Phalango-Metatarsusgelenke der übrigen Zehen ist Flexion und Extension wie an der Hand sehr gross. Das Os cuneiforme hat eine Rolle, deren Axe in einem rechten Winkel zur Axe der übrigen Metatarsen von

oben und vorn nach unten und hinten steht. Sie wird an der Oberfläche von einer Vertiefung, welche von oben und innen nach unten und aussen schräg herabläuft, gekreuzt. Die 3. Zehe ist fast gleich an Länge mit der 4. Zehe, kürzer die 2. und am kürzesten die 5.

Otolicnus senegalensis.

Tafel I. Fig. 10.

Die Fussbildung von Otolicnus senegalensis hat manches Erwähnenswerthe. Bekannt ist der lange Tarsus dieser Thiere, daher diese Familie den Namen Macrotarsi hat. Der gleichmässig langgezogene Calcaneus mit in gleicher Richtung hinten heraustretender kurzer Ferse, hat an der Gelenkfläche für das Os cuboid. an der inneren unteren Seite eine Vertiefung, in welcher ein griffelförmiger Fortsatz jenes Knochen liegt, und um welchen der Calcaneus rotirt, und zwar um eine Axe, welche horizontal aus dem Hals des Talus, durch das Os naviculare in das cuboid. tritt (vid. Tafel I, Fig. 10) — Der Talus articulirt mit dem Os naviculare in einer Pfanne, und dieser lange Knochen richtet drei schärfer als gewöhnlich getrennte Gelenkflächen gegen die drei Oss. cuneiformia, mit welchen er nach vorn die articulatio calcaneo-cuboid. weit überragt.[1] — Das Os cuneiforme I zeigt eine in ihrer Mitte vertiefte Rolle, deren Axe von oben und innen, nach unten und aussen läuft und einen stumpfen Winkel mit den Basen der übrigen Metatarsen bildet. Auf dieser Rolle wird der Metatarsus I mittelst seiner Hohlrolle flectirt und extendirt. Ob eine erhebliche Adduction und Abduction des Metatarsus I vorhanden, ist wohl, so weit ich zu erkennen im Stande



Contact von Cuboid. u. Proc. anterior calcanei.
Otolicnus Senegalensis.

[1]) Herr Professor W. Henke in Marburg schreibt mir über diese Gelenkbildung Folgendes:

„Zu den beiden Fussgelenken, wie sie beim Menschen, den meisten Affen und vielen anderen Säugethieren zu freier Beweglichkeit ausgebildet sind, kommt ein drittes, in welchem sich das sehr verlängerte Os naviculare und mit ihm der vordere Theil des Fusses gegen den ebenfalls sehr verlangerten Calcaneus und den Talus (wie der Radius mit der Hand gegen die Ulna mit dem Oberarm) bewegt. Die Achse des ersten Ge-

bin, zu bezweifeln. An dem Metatarsus I ist namentlich der auffallend grosse hakenförmige Fortsatz zu erwähnen, an welchen der Peroneus longus die Beugung veranlasst. Die Metatarsen beginnen alle in einer Querebene neben einander, sind hier kurz und werden, wie meist bei den Affen, nach vornen hin dicker, so dass sie an Metacarpen erinnern. Die Phalangen sind im Vergleich zu jenen auffallend lang und der längste Finger ist der vierte. Der Metatarsus I ist dicker und länger als die andern, ebenso der Daumen. Die Nägel sind bis auf den der zweiten Zehe platt.

Untersuchen wir nun auch hier wie bei den ungeschwänzten Affen die Längen der Knochen der Hand und des Fusses.

---

lenkes (zwischen dem Talus und Unterschenkel Taf. I., Fig. 10 I.) liegt wie immer quer durch die Talusrolle, die des zweiten (zwischen dem Talus und dem übrigen Fusse, ibid. II) nach vorn und der Mitte hin, die des dritten (Taf. I, Fig. 10. III) gerade von hinten nach vorn. Sie laufen durch den Kopf des Talus, das hintere Ende des Naviculare und des Processus anterior calcanei hin durch eine nach hinten vorspringende Spitze der hinteren Gelenkfläche des Cuboid., mit welcher sie nach unten und der Mitte unter die des Calcaneus hineingreift. Letztere ist auch beim Menschen angedeutet und geht bei der Betheiligung dieses Gelenks an der Drehung um die schiefe Achse des unteren Fussgelenks zur Adduction in die Aushöhlung unter dem Sustentaculum tali hinein. Wenn aber auch die Drehung um jene rein horizontale Achse angedeutet ist, so wird sie ebenfalls achsentragend. (Mittleres Fussgelenk, H. Meyer. Vgl. dessen physiologische Anatomie S. 137 und Henke Anatomie und Mechanik der Gelenke S. 263).

A Längemessungen an der Hand und dem Fusse der ungeschwänzten Affen und Halbaffen nach Millimeter.

Name.	Hand.	Carpus.	Metacarpus III	Phalanx I.	Daumen.	Zeigefinger.	Mittelfinger	Metac. u. Daumen.	Metatars. u. 1. Zehe.	Fuss.	Tarsus	Metatarsus II.	Phalanx I.	Erste Zehe	Zweite Zehe	Dritte Zehe
Neger	180	30	65	43	53	77	90	100	115	230	55	73	30	55	50	48
Gorilla	220	37	83	53	44	85	109	85	96	235	48	73	38	46	75	71
Semnopith. entellus.	108	13	41	26				40	53	170	34	51	23			
Semnopith. comat.	74	7	25	20				22	38	115	15	36	17			
Colobus guereza.	105	11	36	28	2	48	59	20	60	175	35	53	27	25	48	72
Cercopith. Patas.	105	17	41	24				38	54	173	32	59	25			
Cercopith. ruber	70	12	30	16				29	38	125	25	40	15			
Inuus silvanus	123	13	42	29	22	48	61	49	69	188	36	55	27	28	50	67
Inuus nemestrinus	105	13	33	27				42	60	150	30	41	23			
Cynoceph. leucoph.	115	16	45	29	28	54	65	57	75	175	35	55	27	31	52	65
Cynoceph. mormon.	145	30	53	35	32	61	72	73	87	205	38	56	35	40	71	71
Macacus gelada	110	22	45	20	20	34	46	64	60	180	40	59	21	23	41	51
Ateles panisc.	122	13	40	38				19	50	155	35	48	28			
Ateles Beelzeb.	115	13	41	33				20	65	145	30	43	28			
Cebus capucinus.	75	14	20	20	20	35	38	37	45	111	23	33	19	21	38	40
Hapale jacch.	48	6	16	16				32	29	85	18	26				
Callithr. sciurea.	50	6	14	13				25	28	75	16	24	14			
Lemur catta.	60	6	18	17	16	30	34	29	50	103	21	26	17	22	34	36
Otolicnus senegalensis	30	5	9	9				14	21	70	29	10	8			

B. **Die Länge der Hand und des Fusses = 100.**

Name.	Carpus	Metacarp III.	Phalanx I.	Daumen	Zeigefinger	Mittelfinger	Tarsus	Metatarsus II	Phalanx I	Erste Zehe	Zweite Zehe	Dritte Zehe	Metac. u. Daumen	Metatar. u. gr. Zehe
Neger.	16	37,2	23,8	29,4	42,7	50	23	31,7	13,4	23,9	21,7	20,8	55,5	51,3
Gorilla.	16,8	37,7	24,09	20	38,6	49,5	20,4	31,06	16,1	19,5	31,9	30,2	38,6	40,8
Semnopith. entellus.	12,03	37,9	24,07				20	30	13,4				37,03	31,1
Semnopith. comat.	9,4	33,7	27,02				13,04	31,3	14,7				29,7	33,04
Colobus guereza.	10,4	34,2	26,6	1,9	45,7	56,1	20	30,2	15,4	14,2	27,4	41,1	27,6	34,2
Cercopithecus patas.	16,1	39,04	22,8				18,4	34,1	14,4				36,1	31,2
Cercopithecus ruber.	17,1	42,8	22,8				20	32	12				41,4	30,4
Inuus silvanus.	10,5	34,1	23,5	17,9	39,02	49,7	19,1	29,2	14,3	14,8	26,6	35,6	39,8	36,6
Inuus nemestrinus.	12,3	31,4	25,7				20	27,3	15,4				40	40
Cynoceph. leucoph.	13,9	39,1	25,2	24,3	46,9	56,5	20	31,4	15,4	17,7	29,7	37,1	49,5	42,9
Cynoceph. mormon.	20,6	36,5	24,1	22,07	42,07	49,7	18,5	38,5	17,07	19,5	34,6	34,6	50,6	42,4
Macacus gelada.	20	40,9	18,1	18,1	30,9	41,8	22,2	32,7	12,2	12,7	22,7	28,3	58,1	33,3
Ateles panisc.	10,6	32,7	31,1				22,5	30,9	11,6				15,5	32,2
Ateles Beelzeb.	11,3	35,6	28,6				20,6	29,6	19,3	21	38	40	17,3	44,8
Cebus capucinus.	18,6	26,6	26,6	26,6	46,6	50,6	20,7	29,7	17,1	18,9	34,2	36,03	49,3	40,5
Hapale jacch.	12,5	33,3	33,3				21,1	30,5					66,6	34,1
Callithrix sciurea	12	28	26				21,3	32	18				50	37,3
Lemur catta	10	30	38,3	26,6	50	56,6	20,3	25,2	16,5	21,3	33	34,9	48,3	48,5
Otolicnus senegalensis.	16,6	30	30				41,4	13,4	11,4				46,6	30

Aus vorstehender Tabelle B wäre zu entnehmen:

a) für die **Hand:**

1) der Carpus nimmt bei den geschwänzten Affen an Grösse zu und übertrifft nicht nur in den meisten Fällen die ungeschwänzten Affen, sondern namentlich in einigen Cynocephalen selbst den Europäer.

2) Auch der Metacarpus wird namentlich bei Cercopithecen und Cynocephalen grösser, nur bei Cebus Callithrix und einigen andern wird er kleiner.

3) Die Phalanx I bleibt im Ganzen wie bei den höheren Affen und ist länger als beim Menschen. Nur bei Macacus Gelada sinkt sie noch unter diesen.

4) Der Daumen mit seinem Metacarpus I übertrifft (bei Mac. gelada und Hapale selbst den Menschen) hier meistentheils die ungeschwänzten Affen, während der Daumen für sich allein an Länge jene bei weitem nicht erreicht.

5) Zeige- und Mittelfinger bleibt den vorigen im Ganzen gleich.

b) für den **Fuss:**

1) Der Tarsus bleibt überall an Länge weit unter dem Menschen, nur bei Otolicnus ist er viel grösser. In einigen Fällen wird er grösser als bei den ungeschwänzten Affen.

2) Der Metatarsus ist nur bei Inuus kleiner, beim Mandrill aber grösser als bei dem Menschen und höheren Affen. Bei Otolicnus ist sowohl der Mittelfuss als auch die Phalanx I am kleinsten.

3) Die grosse Zehe bleibt überall klein. Auch in Verbindung mit dem Metatarsus ändert sich im ganzen das Verhältniss nicht. In keinem Fall aber sinkt die erste Zehe auf die Kleinheit beim Orang, übertrifft aber öfter die Grösse beim Gorilla.

4) Die zweite Zehe bleibt wieder gleich der der ungeschwänzten Affen, nur bei Mac. gelada sinkt sie herab zur Grösse des Menschen. Auch mit der dritten Zehe tritt keine wesentliche Veränderung gegen die vorigen Affen ein.

Namen	Differenz zwischen Hand und Fuss					Differenz zwischen d. Fingern		Differenz zwischen d. Zehen	
	Daumen 1. Zehe	Zeigefing. 2. Zehe	Mittelfing. 3. Zehe.	Carpus Tarsus	Metac. III Metat. II	Daumen Zeigefing.	Zeigefing. Mittelfing.	1. Zehe 2. Zehe	2. Zehe 3. Zehe
Neger	+Z 2	+F 27	+F 42	+T 25	+Mt 8	+Z 24	+M 13	+I 5	+II 2
Gorilla	+Z 2	+F 10	+F 38	+T 11	+Mc 10	+Z 41	+M 24	+II 29	+II 4
Colob. Guereza	+Z 23	0	+Z 13	+T 24	+Mt 17	+Z 46	+M 11	+II 23	+III 24
Inuus silv.	+Z 6	+Z 2	+Z 6	+T 23	+Mt 13	+Z 26	+M 13	+II 22	+III 17
Cynoc. leucoph.	+Z 3	+F 2	0	+T 19	+Mt 10	+Z 26	+M 11	+II 21	+III 13
Cynoc. morm.	+Z 8	+Z 10	+F 1	+T 8	+Mt 3	+Z 29	+M 11	+II 31	0
Mac. gelada	+Z 3	+Z 7	+Z 5	+T 18	+Mt 14	+Z 14	+M 12	+II 18	+III 10
Ceb. capuc.	+Z 1	+Z 3	+Z 2	+T 9	+Mt 13	+Z 15	+M 3	+II 17	+III 2
Lemur catta.	+Z 6	+Z 4	+Z 2	+T 15	+Mt 8	+Z 14	+M 4	+II 12	+III 2

Die Differenzen der Hand und des Fusses geben bei den ungeschwänzten Affen, Folgendes:

a) an der **Hand:**

Zwischen Daumen und Zeigefinger. Der Daumen, welcher bei Colobus fast verschwindet, wird bei den Cynocephal. namentlich aber bei Macacus gelada, Cebus und Lemur catta wieder grösser. Dadurch aber, dass der Zeigefinger bei letzteren kleiner ist, so wird auch die Differenz zwischen beiden Fingern den vorhergehenden, namentlich dem Gorilla gegenüber kleiner. In dieser Beziehung stehen diese Affen dem Menschen näher als der Gorilla.

Zwischen Zeigefinger und Mittelfinger fällt die Differenz, welche von dem Europäer durch den Neger zu dem Gorilla gestiegen war, bei den geschwänzten Affen (Colobus, Inuus, Cynocephalus), auf das Verhältniss des

Menschen. Bei Cebus und Lemur catta verschwindet sie fast ganz. Es sind also auch hier die Verhältnisse wieder ähnlicher dem Menschen.

b) an dem **Fusse:**

Differenz zwischen erster und zweiter Zehe. Bei dem Neger ist die erste Zehe grösser als die zweite. Bei dem Gorilla wird plötzlich die zweite Zehe grösser. Bei dem Cynoceph., Cebus, Lemur sinkt sie aber immer mehr.

Differenz zwischen zweiter und dritter Zehe. Die zweite Zehe war bei dem Menschen grösser als die dritte, und ebenso zeigte es sich bei dem Gorilla und dem Chimpanse. Bei Orang und Hylobates wurde die dritte grösser als die zweite und so bleibt es bei den geschwänzten Affen mehr oder weniger. Nur bei dem Mandrill sind beide Zehen gleich. Hier finden wir also mehr eine Bildung ähnlich der Hand.

c) Zwischen Hand und Fuss. Die Differenz zwischen Daumen und erster Zehe bleibt im ganzen den vorhergehenden Verhältnissen gleich. Nur bei dem Mandrill und in noch höherem Grade bei dem Colobus wird sie grösser.

Die Differenz zwischen Zeigefinger und zweiter Zehe, welche bei dem Gorilla zu Gunsten des Fingers grösser war, wird bei Cyn. leucoph. sehr klein, verschwindet bei Colobus und schlägt nun zu Gunsten der Zehe um. Andeutung der Hand.

Die Differenz zwischen Mittelfinger und dritter Zehe verhalt sich ebenso. Der Finger, der bei dem Gorilla noch prävalirte, wird jetzt in seiner Lange von der Zehe übertroffen. Also auch hier wieder Andeutung der Hand.

Differenz zwischen Tarsus und Carpus. Der Tarsus ist hier im Verhältniss zum Carpus mit wenigen Ausnahmen grösser als beim Gorilla, also auch hier stehen die geschwänzten Affen dem Menschen näher als dem Gorilla.

Die Differenz zwischen Metacarpus und Metatarsus ist bei den geschwänzten Affen weit grösser als bei den ungeschwänzten, aber hier ist der Metatarsus grösser als der Metacarpus; dort war dagegen der Metacarpus grösser als der Metatarsus. Also auch in dieser Hinsicht stehen die geschwänzten Affen dem Menschen naher als die ungeschwänzten.

Fassen wir nun noch einmal die Verschiedenheiten zwischen dem Fuss und der Hand des Menschen und dem Fuss und der Hand der Affen kurz zusammen.

Für den Fuss des Menschen fanden wir folgende Merkmale characteristisch:

1) Das feste Gewölbe hinten auf der Ferse, vorn auf den Metatarsus-Köpfen

ruhend. 2) Der lange Tarsus mit der ihm eigenthümlichen Anordnung der Knochen, mit dem Unterschenkel in einem Ginglymus, in sich in einer Rotation und mit den Metatarsen in einer Amphiarthrose verbunden. 3) Die fünf langen in ihren sagittalen Durchschnitten parallel liegenden, (der fünfte divergirt) an ihren mit dorsaler Hemmungsfläche versehenen und in horizontaler Ebene liegenden Köpfchen, durch Bänder verbundenen Metatarsen, von denen der erste der stärkste. 4) Die kurzen Zehen, von denen die erste und zweite fast gleich lang, und 5) die dorsale Flexion in dem Tarso-metatarsal-Gelenk.

ad 1 ist zu bemerken, dass der Fuss der Affen weder ein Gewölbe noch weniger ein festes Gewölbe ist. Denn einmal fehlt durch die Neigung der Drehungsaxe des Sprunggelenkes gegen den Horizont die Aushöhlung der Fusssohle und dann fehlt die straffe Verbindung in dem Tarsus sowie zwischen Tarsus und Metatarsus. Der Affenfuss ruht nicht nur (beim Stehen auf zwei Beinen) auf der Ferse und den Köpfchen der Metatarsen, sondern auch, wie man sich deutlich an lebenden (Cynocephalen, Cebus, Inuus etc.) Thieren überzeugen kann, auf der Basis des Metatarsus I und V und dem Körper des langgestreckten Calcaneus. Endlich treten diese Affen beim Gehen (also auf Vieren) **nie mit der Ferse auf, sondern nur mit der vorderen Reihe der Tarsalen, der Basis des Metatarsus I und V und den Zehen.**

ad. 2 ist zu bemerken, dass der Tarsus kurz wird und nicht mehr die Metatarsen und Zehen an Länge übertrifft, dass die Rotation im mittleren Fussgelenk eine viel grössere und dass die Verbindung der Tarsen mit den Metatarsen weniger eine Amphiarthrose, als eine Ginglymusverbindung ist.

ad 3. Die fünf Metatarsen liegen mit ihren sagittalen Durchschnitten nicht parallel, sondern sie sind nach der Vola gegeneinander geneigt. Die fünf Metatarsen sind nicht an ihrem Köpfchen verbunden, sondern nur vier und der fünfte ist frei. Ausserdem haben sie nur selten entwickelte Hemmungflächen wie die Köpfchen des Menschen.

ad 4. Die Zehen der Affen sind lang und meist länger als die Metatarsen. Die erste Zehe ist kurzer als die zweite, die zweite aber kleiner als die dritte und selbst die vierte.

ad 5. Die dorsale Flexion ist in dem Tarso-metatarsal-Gelenk nicht vorherrschend, sondern im Gegentheil die volare Flexion.

Für die Hand des Menschen fanden wir folgende charakteristische Merkmale:

1) Die kurze Handwurzel, — ihre Articulation mit dem Vorderarm in einer Arthrodie, mit dem Metacarpus I in einem Sattelgelenk, mit dem Metacarpus II, III und IV mit

einer Amphiarthrose, mit dem Metacarpus V in einer Rotation, und in sich in einem Ginglymus, — die eigenthümliche Anordnung ihrer kleinen Knochen. 2) Die vier kurzen dicken mit ihren sagittalen Durchschnittsebenen convergirenden, an ihren (nicht mit dorsalen Hemmungsflächen versehenen) Köpfchen befestigten Metacarpen neben einem freien, in einem Sattelgelenk befestigten Metacarpus I für den Daumen. 3) Die langen Finger von denen der dritte der längste, der dickste aber kürzeste der Daumen — die vorherrschend volare Flexion in dem Carpo-Metacarpal-Gelenk.

Stellen wir nun den Fuss des Affen der Hand des Menschen gegenüber, so bemerken wir Folgendes:

ad 1. Die Uebereinstimmung beider zeigt sich nur in der freieren und mehr entwickelten Gelenkbildung am Os multangulum majus und dem Cuneiforme I der Affen, in der grössern Kürze des Tarsus und der grösseren Verschiebbarkeit der Theile. Hier wie da ist kein festes Gewölbe.

ad 2. Die Metatarsen der Affen und Metacarpen des Menschen stimmen darin überein, dass beide in ihren Sagittaldurchschnitten convergiren, dass nur II bis V an ihren Köpfchen mit einander verbunden sind, und dass der Metatarsus I nicht blos abgerückt freisteht, sondern (bei den Affen) in einem sattelartigen Ginglymus freie Bewegung hat. Die Hemmungsflächen der Köpfchen fehlen.

ad 3. Die Zehen der Affen und die Finger des Menschen stimmen ferner in ihrer Länge im Ganzen und Einzelnen sowie in der vorherrschend volaren Flexion in dem Metatarso- und Metacarpo-phalangeal-Gelenk überein.

Vergleichen wir nun auch die menschliche Hand mit der Hand der Affen, so findet sich hier, wenn wir die grössere Kürze des Daumens, das Os centrale, ferner die stärkeren Hemmungsflächen der Metacarpen, die Verbindung des Os pisiforme mit der Ulna abrechnen, eine vollkommene Uebereinstimmung. Die stärkere Dorsalflexion der Affen nebst den beiden zuletzt angegebenen Unterschieden von der Menschenhand scheinen in Bezug zum Gehen dieser Thiere auf dem Carpo-Metacarpalgelenke (II bis V) zu beruhen.

Wir müssen gestehen, dass, abgerechnet die Anordnung der Tarsalen, der Fuss des Affen weit mehr Uebereinstimmung mit der Hand des Menschen als mit dem Fusse des Menschen hat. Ziehen wir aber die Uebergangsgebilde zwischen Unterschenkel und Fuss, nämlich den Calcaneus und Talus, welche constant bei allen Säugethieren an dieser Stelle vorkommen, davon ab, und berücksichtigen wir nur die

vordere Reihe, so finden wir in dem entschiedenen Kürzerwerden dieser Tarsalen bei den Affen die Uebereinstimmung noch erhöht. Durch das Vorhandensein der Ferse wird aber ferner der Flexor brevis, sowie die Caro quadrata bedingt und der Peroneus longus, unter dem kurzen Tarsus quer von aussen nach innen laufend, wird an dem beweglichen Metatarsus I zum Flexor (oder Adductor) Metatarsi. So ist also dieser letztere durch eine Muskelkraft bevorzugt, die der Metacarpus I stets entbehren muss.

Wenn daher Burdach den Ausspruch thut: dass sowohl die vorderen als die hinteren sogenannten Hände der Affen diese Benennung in Rücksicht auf die menschliche Hand eigentlich nicht verdienen, so muss man ihm wohl beistimmen. Wenn aber Fick behauptet, dass aus dem Mechanismus der Extremitäten ein specifischer Organisationsunterschied nicht abgeleitet werden könne, so darf diesem in Rücksicht auf das Vorhergehende geradezu widersprochen werden. Denn nicht nur eine genauere anatomische Untersuchung weist nach, dass die s. g. „hintere Hand" sowohl anatomisch, als auch physiologisch weit mehr Uebereinstimmung mit der „menschlichen Hand" als mit irgend einer terminalen Abtheilung der Extremitäten in der ganzen Säugethierreihe besitzt, und dass in der That nur mehr oberflächliche Formähnlichkeiten mit dem menschlichen Fusse vorkommen. **Die Ordnung der Quadrumanen ist daher eine vollkommen berechtigte.** Huxley's Ausspruch aber: „so kommt denn der vorausblickende Scharfsinn des grossen Gesetzgebers der systematischen Zoologie Linné, zu seinem Rechte; ein Jahrhundert anatomischer Untersuchung bringt uns zu seiner Folgerung zurück; dass der Mensch ein Glied derselben Ordnung ist, wie die Affen und Lemuren" wird nur eine schöne Phrase, die dem grossen Publikum gefallen mag, allein vor der exacten Wissenschaft nicht Stich hält.

Da es mir aber nicht darum zu thun war, Herrn Huxley zu widerlegen, sondern überhaupt, so weit ich Gelegenheit fand, die Hand und den Fuss der Saugethiere genauer zu betrachten, so bleibt mir nun noch übrig den Greiffuss einiger Beutelthiere zu untersuchen.

Hand- und Fussbildung einiger Beutelthiere.

Phalangista ursina.

(Tafel I. Fig. 11 bis 16)[1]

Die Fussbildung dieses Beutelthiers ist von hohem Interesse; denn einmal artikulirt die hohe oben breite Fibula nicht blos mit der Tibia, sondern auch mit dem Condylus

[1] Todd. Cyclopaedia of Anatomy and Physiology. Vol. III. pg. 285. Fig. 111.

exter. des Oberschenkels und dann rotirt dieselbe auf dem Talus neben der Tibia vermittelst eines zwischen beiden Unterschenkelknochen laufenden Meniscus (Fig. 11 gg.). Der Calcaneus ist in seinem Körper sehr kurz, hat aber einen verhältnissmässig langen und schmalen, aber stark gebogenen Fersenfortsatz.

Der Talus ist sehr pronirt und mit seinem Hals und Kopf nach innen und abwärts gesenkt. (In Fig. 11 zeigt sich rechts vom Meniscus der Hals und links und über der Tibia der Kopf des Talus). Durch die starke Pronation des Talus ist dessen Gelenkfläche für die Fibula gehoben und mehr horizontal gelegt, die Gelenkfläche für die Tibia aber stark nach innen schräg geneigt. Zwischen diesen beiden Gelenkflächen und den Köpfen der beiden Schenkelknochen läuft ein Meniscus von hinten nach vornen über den Talus (Taf. I. Fig. 11 gg). Vorn ist er an die äussere obere Fläche des Calcaneus befestigt, nach hinten wird er zwischen Tibia und Fibula breiter und befestigt sich nach beiden Seiten über dem Talus ausstrahlend an das hintere untere Ende der Tibia und der Fibula. Von hinten angesehen hat er die Form eines Kreuzes, welchem die untere längere Stütze genommen ist. [1])

Der Kopf des Talus hat bei diesem Thiere nicht, wie wir es doch immer noch bei den Affen (Cynocephalus) fanden, seine grösste Ausdehnung horizontal, sondern mehr senkrecht. Er bildet eine grosse und lange, von oben u. aussen nach unten u. innen sich ausbreitende Rolle, welche in der gleichfalls ziemlich steil liegenden Hohlrolle des Naviculare articulirt. Zwischen diesen beiden Knochen findet ein Verschiebung von oben und aussen, nach innen und unten statt. Unmittelbar neben dieser Verbindung liegt die articl. calc.-cuboid., (Fig. 11 h) welche am Calcaneus eine ausgehöhlte, am Cuboid. eine gewölbte Gelenkfläche hat. Erstere zeigt eine scharf gezeichnete Grube, welche lateral-medianwärts aufsteigt. Durch diese Grube wird die Gelenkfläche in zwei Abtheilungen gebracht. Die obere ist flach ausgehöhlt und correspondirt mit einer oberen flachgewölbten Fläche des Cuboideum. Die untere ist gewölbt und entspricht einer ausgehöhlten Gelenkfläche am Cuboideum. Ein stark vorspringender gleichfalls lateral-medianwärts aufsteigender Grat am Cuboideum scheidet jene beiden Flächen von einander.

---

[1]) Carl Langer, über das Sprunggelenk des Menschen und der Säugethiere pg. 10 Wiener Denkschriften Bd. XII., beschreibt ähnliche Bildungen an der Hinterextremität von Didelphis virginiana.

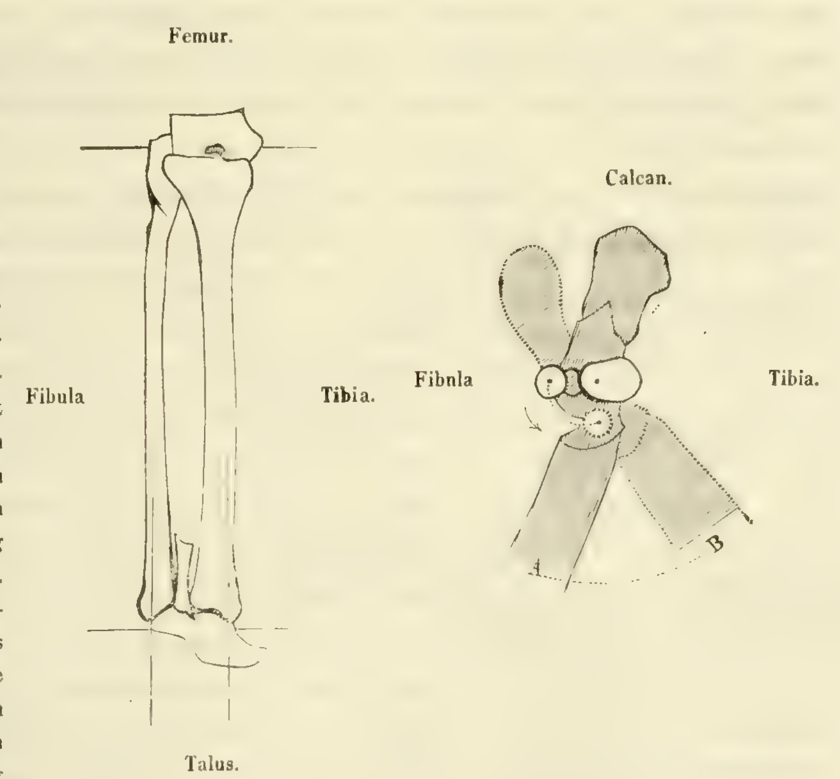
[2]) Mein werther Freund Herr Prof. W. Henke äussert sich in folgender Weise über dieses Gelenk:

„Hier kommt ebenfalls ein drittes Gelenk des Fusses zu den zwei gewöhnlichen; aber es folgt nicht auf sie, sondern geht ihnen vorher. Es bewegt den Fuss nicht um eine horizontal durch ihn, sondern um eine

Die Verbindung des Calcaneus und Talus mit den vorderen Tarsalen (mittleres Fussgelenk Meyer's) zeigt uns also ein Rotations-Gelenk, dessen Achse zwischen beiden Knochen horizontal läuft. Bemerkt sei noch, dass das Naviculare mit dem Cuboideum in Berührung tritt und dass bei der Rotation eine senkrecht gewölbte Fläche am Cuboi–

---

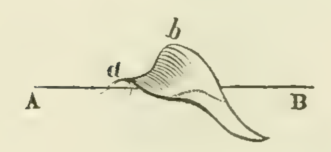
senkrecht durch den Unterschenkel gehende Achse. Diese liegt in der Tibia, deren unteres Ende, wie das der Ulna, einen drehrunden Kopf bildet mit überragender Knöchelspitze. Aus dieser tritt die Achse nach unten neben dem Talus herab und um diese dreht sich der Talus mit dem Fusse. Dieser Drehung muss die Fibula, welche am Talus seitwärts anliegt mit einer Bewegung nach vorn folgen und dies müsste, wenn sie rein dem Talus folgte auch für sie eine einfache Drehung um die Achse der Tibia sein. (Wie der Pfeil in dem Horizontalschema, wenn der Fuss von A nach B geht.) Sie macht aber keine solche gegen Tibia und Femur, sondern mehr nur eine Art Drehung um die quere Achse im Knie und kommt so nach vorn mit dem Talus. Nun muss sie aber, wenn ihre Vorderseite gerade nach vorn gekehrt bleiben soll, gegen den Talus eine seiner entgegengesetzte Drehung (im Sinne des kleinen Pfeiles) um eine senkrechte Achse machen. Diese liegt in ihr, indem sie ebenfalls wie die Ulna unten einen Gelenkkopf bildet.



Die beiden Gelenkköpfe der Unterschenkelknochen artikuliren also mit dem Talus so, dass er sich um ihre Achsen wie eine Pfanne drehen kann. Er hat aber keine ihnen entsprechend ausgehöhlte Pfanne, sondern auch wieder wie beim Menschen und bei anderen Thieren einen Gelenkkopf mit querer Achse (des Sprunggelenks) um die es sich auch an ihnen dreht. Er bildet also mit beiden Unterschenkelknochen eine ähnliche Verbindung, wie der obere Rand des Capitulum radii beim Menschen mit dem Seitenrande der Trochlea (Vgl. Henke Anatomie u. Mech. d. Gelenke S. 151.), in welchen zwei convexe Flächen sich nur streifend berühren und doch fest gleitend aufeinander bewegen, indem immer bei der Drehung um die Achse der einen der minimale, sie gerade berührende Theil der anderen sich als Pfanne verhält. Ein festerer Schluss (wie ihn dort die Verbindung des Radius und Humerus mit der Ulna ergänzt) ist hier nur noch als Ergänzung dieses offenen Contactes zwischen allen drei Knochen und einem zwischen sie eingekeilten Fersenknorpel, welcher für jeden eine Pfanne trägt.

deum auf einer ausgehöhlten am Naviculare sich verschiebt. (Auch bei den Cynocephalen fand eine Berührung beider Knochen statt.) Auch die vorderen Tarsalknochen zeigen eine grössere Verschiebbarkeit als wie bisher wahrgenommen. Auch ihre Keilform, die ihren Namen bis hierher rechtfertigte, und die zur lateral-medianen Wölbung des Menschenfusses beiträgt, verschwindet hier und mit ihr jene Wölbung. Zwischen Cuneiforme I und II ist eine flach gewölbte Berührungsebene, welche gegen I convex wird. Zwischen Cuneiforme II und III und zwischen Cuneif. III und Cuboid. ist sie analog der ersten. Doch auch in den Tarso-Metatarsalgelenken kommt eine grössere Bewegung vor. Der grosse Metatars. IV und V articulirt mit grossem Gelenkkopf auf der Hohlrolle des Cuboideum. Bei IV ist Flexion und Extension und bei V auch noch Rotation. Ganz analog sind die Gelenkflächen zwischen den kleineren Metatars. II und III und dem Cuneif. II und III. Auch hier ist Flexion und Extension. Das Cuneif. I aber ist stark medianwärts gebogen und artikulirt in einem Sattel-Schrauben-Gelenk mit dem dicken Metatarsus I, in welchem Flexion und Extension (durch die quer unter der Fusssohle zum Fortsatz des Metatarsus I laufende Sehne des Peroneus long.) sowie Abduction und Adduction möglich ist.[1]) Vid. Tafel I, Fig. 13. In den schmalen aber scharf ausgeprägten Gelenkköpfen der Metatarsen ist Flexion und Extension jedoch keine Arthrodie. In den Phalangen ebenso. Die Metatarsen und Phalangen der vierten und fünften Zehe sind unverhältnissmässig gross und dick.

Schema für das Sattelgelenk am Daumen der Phalangist. ursina der Hinterfüsse.



A. B Die Achse der Beugung beim Menschen, die im Multangulum liegt. Ausserdem ist Abduction um die Achsen im Metacarpus nach der Biegung, welche hier als Profil erscheint. a. b.

Hand. Von nicht geringerem Interesse als am Fuss zeigen sich die Verhältnisse der Hand. Der knopfförmige Proc. stiloideus der Ulna articulirt auf einer Hohlfläche des grossen Os triquetrum. (Fig. 16 c.) An der Seite beider Knochen liegt in Berührung mit ihnen ein sehr kleines verkümmertes Os pisiforme (Fig. 16 zwischen a und c). Ein analoges Gebilde wie die Cartilago triangularis findet sich zwischen dem Radius und dem Os triquetrum. Das Os lunatum fehlt ganz und gar. Zwischen Os naviculare (Fig. 16 b) und dem Radius findet sich eine abgeschlossene Synovialhöhle. Die hintere gewölbte Fläche dieses Knochen bildet mit dem Capitatum und Hamatum einen nach hinten gegen das Triquetrum und den Radius gerichteten gewölbten Ge-

---

[1]) Cuneif. I ab. die Achse. Bei 13 verbindet sich dieser Knochen mit dem Naviculare. Fig. 14 zeigt den Metatarsus I mit seiner schrägen Hohlrolle.

lenkkopf, welcher mit jenen eine Arthrodie zu Stande bringt. Das Os centrale fehlt und es bleibt das Naviculare zu den Metacarpen der zweiten Reihe in einem ähnlichen Verhältniss wie bei dem Menschen. Auch die Verbindung zwischen der zweiten Reihe und den Metacarpen scheint wie beim Menschen eine Amphiarthrose. Das Os multangulum majus (Fig. 15 b) ist zwar ulnar-radialwärts sehr breit, dagegen aber von hinten nach vornen sehr kurz; sein Tuberculum radiale ist ein selbständiger Knochenkern wie bei dem Orang. Das Gelenk zwischen multangulum majus (Fig. 15, b) und Metacarpus I (Fig. 15 c) kann ich nicht als ein Sattelgelenk ansehen, sondern es zeigt eine Verbindung, bei welcher ulnarwärts der Metacarpus in dem Multangulum, radialwärts aber das Multangulum in dem Metacarpus liegt und es scheint höchstens eine beschränkte Rotation möglich. Zugleich steht der Metacarpus I dem II dicht an (Fig. 16). Die Metacarpen sind sehr kurz und dick und schwellen mit Ausnahme des ersten stark nach vornen an und tragen schön ausgebildete Capitula. Der Metacarp. III ist der längste, der M. I der breiteste. Sein Metacarpo-phalangeal-Gelenk scheint nur eine Flexion und Extension zu haben, während die andern eine Ginglymoarthrodie zu haben scheinen.

Phascolarctos cinereus.

Was den Fuss dieses Thieres betrifft, so finden sich im Ganzen, so weit ich das Skelett untersuchen konnte, ziemlich ähnliche Verhältnisse. Das Cuneiforme I hat eine sehr starke, medianwärts abgerückte Gelenkfläche; sie zeigt sich abwärts laufend vertieft und in dieser Vertiefung gleitet eine entsprechende Erhöhung am Metatarsus I, lateralwärts ist sie dagegen erhöht und auf dieser gleitet der Metatarsus mit einer Vertiefung. Dieser rechtwinklich von den übrigen Metatarsalen abgewendete Knochen zeigt hier eine Amphiarthrose und kann nur dorsal- und volarwärts verschoben werden. Da diese Verschiebung aber in einem ziemlich spitzen Winkel zur Ebene der übrigen Metatarsen steht, so wird der I diesen genähert und wieder von ihnen entfernt. Der grosse Metatarsus IV scheint mit dem V auf der breiten glatten Fläche des Cuboideum sehr leicht rotiren zu können. Die zweite und dritte Zehe sind an der zweiten Phalanx aneinander befestigt.

Auch an dem Carpus erscheinen die Verhaltnisse ganz wie bei dem vorhergehenden Beutelthier. Auch hier fehlt das Os lunare. Was die Verbindung des Metacarpus I und des Multangulum betrifft, so zeigt sich allerdings in ersterem ulnar-radialwärts eine flache Aushöhlung und ebenso am Metacarpus dorsal-volarwärts,

allein von einem Sattelgelenk ist hier nicht zu sprechen und eine Opposition ganz unmöglich. Das Ablenken der beiden inneren Zehen von den drei grösseren äussern, wie es bei diesen Thieren vorkömmt, scheint mir durch eine seitliche Gelenkverbindung zwischen dem Metacarpus II und III, in dem der II einen Ausschnitt hat, in welchem eine gewölbte Gelenkfläche des III vor und rückwärts gleitet, unterstützt. Ein ähnliches Verhältniss kommt nun noch zwischen dem III und IV vor, wobei der III die Vertiefung, der IV die Erhöhung hat. Von einer Opposition wie bei dem Daumen der Affen, kann hier bei diesen Thieren durchaus keine Rede sein, es ist mehr ein seitliches Auseinanderspreitzen möglich. Ich gebe übrigens zu bemerken, dass ich ein noch nicht ausgewachsenes, mangelhaft mit Bändern erhaltenes getrocknetes Skelet vor mir habe.

Aus vorhergehender Zusammenstellung sehen wir also den Daumen und die Handbildung bei den *Beutelthieren* zuerst an der Hinterextremitat beginnen, [1]) während die Vorderextremität durchaus keine Andeutung von einer Hand zeigt. Bei Phalangista ursina ist am Fuss schon auf das Deutlichste das zweiachsige Gelenk (Sattelgelenk) ausgesprochen. Erst bei den *Halbaffen* erscheint auch die Daumenbildung an der Vorderextremität; doch ist sie hier noch nicht so vollkommen, als an der Hinterextremität. Bei den *geschwänzten Affen* ist nun Greiffuss und Hand neben einander entwickelt, doch ist ersterer constanter in seinen Theilen als letztere. Der Carpus hat hier einen Os centrale erhalten und bei den Ateles und Colobus-Arten ist der Daumen in hohem Grade verkümmert. Der Greiffuss bleibt sich dagegen stets gleich. Der Metatarsus I articulirt stets auf einer etwas ausgehöhlten Rolle, hat Flexion und Extension, weniger Abduction und Adduction. Bei den *Ungeschwänzten* ändert sich in dem Fusse im Ganzen nichts, der Daumen ist meist rücksichtlich der Grösse

---

[1]) Auch bei Chiromys madagascariensis zeigt sich nach Herrn Professor Owen an der Hinterextremität ein Daumen. „On the Aye-aye" by Professor Owen. Transactions of the Zoological society of London. Vol. V. pg. 54.

weiter entwickelt und freier abgerückt. Der Greiffuss bisher stets grösser als die Hand, wird jetzt der Hand gegenüber zierlicher, ja selbst kleiner. Die Hinterextremität bisher länger als die Vorderextremität wird jetzt kürzer. An der Hand ist das Sattelgelenk schön ausgebildet, aber bei Hylobates erscheint wieder eine Aenderung, indem statt des Sattels am Multangulum majus eine Arthrodie.

Das Centrale bei den Vorhergehenden noch vollständig vorhanden, verschwindet und das Pisiforme, bisher mit Ulna und Triquetrum articulirend und eine Art Fersenfortsatz für den Flex. ulnaris darstellend, verliert diesen und legt sich seitlich dem Triquetrum.

Endlich erscheint **der menschliche Fuss** mit der ungleich stark verlängerten Unterextremität. Der Metatarsus I und das Cuneiforme I haben ihr freies Gelenk verloren, das erste Fussglied ist nicht mehr abgerückt, sondern mit den Nachbarn fest verbunden. Das Endglied wird zum Gewölbe, welches mit Leichtigkeit **allein** die Last des aufrechtstehenden Körpers trägt. *Somit sind denn allein bei dem Menschen die Endglieder der Extremitäten in Hand und Fuss vollständig geschieden und in ihren Funktionen vollkommen getrennt.*

Erklärung der Tafeln.

Die Zeichnungen sind geometrisch und wenn ich auch die Contouren als vollständig genau bezeichnen darf, so bin ich doch mit manchen der schattirten Stellen nicht zufrieden. Mehrere der Steine waren zu grob gekörnt und daher wollte es mir nicht gelingen manche der feineren Punkte, sowie es sich gehört hätte, darzustellen. Namentlich gilt dieses von einigen Figuren auf Tafel I.

Tafel I.

Fig. 1 und 2 stellt den Fuss eines Neger dar. a. b. ist die Axe des unteren Astragalus-Gelenk.

Fig. 3 bis 6 ist Hand und Fuss von Colobus Guereza.

Fig. 3. Hand. Die erste Reihe der Carpalen ist abwärts geschlagen und man sieht auf ihre Gelenkflächen. d. Centrale. c. Naviculare. b. Lunatum. a. Triquetrum zeigen ihre vordere Gelenkfläche. α Phalanx I des Daumens.

Fig. 5. * * Knochenkerne am Rande der Gelenkfläche.

Fig. 6. Der Tarsus von Unten gesehen; das Tarso-metatarsal-Gelenk der ersten Zehe ist geöffnet und zurückgeschlagen. a. ist die gewölbte Gelenkfläche von Cuneiforme I; die helle Contour stellt den Verlauf der geöffneten Capsel vor. c. c. sind die beiden hinten und oben liegenden Knochenkerne. Zwischen ihnen und der gewölbten Gelenkfläche des Cuneiforme I ist die helle Stelle b. der Meniscus, dessen scharfer glänzender Rand uns entgegen tritt.

Fig. 7 bis 9. Cynocephalus hamadrias.

Fig. 7. Tarsus von Oben. a. zeigt die Wölbung der Rolle am Cuneiforme I. b. der Metatarsus I in der Lage zu ihr.

Fig. 8. Metacarpus III a. mit Os capitatum b. im Profil, um die abgerundeten Gelenkflächen zu zeigen.

Fig. 9. Metatarsus IV, auch hier die gewölbte Gelenkfläche sichtbar.

Fig. 10. Der Fuss von Otolicnus senegalensis. a. Calcaneus. b. Talus. c. Naviculare. d. Cuboideum. e. Cuneiforme I.

I. Axe für das Sprunggelenk. II. Axe für das untere Tarsalgelenk. III. Axe des mittleren Fussgelenks (Meyer).

Fig. 11 bis 16. Fuss und Hand von Phalangista ursina.

Fig. 11. Fuss vom Rücken. a. Tibia. b. Fibula. g. g. Meniscus. h. Calcaneus, rechts von ihm sieht man das vordere Ende des Talus. I. Axe im Sprunggelenk. II. und III. Axen fur die Rotation zwischen Tarsus und Unterschenkel.

Fig. 12. Fuss von Aussen.

Fig. 13. Gelenkfläche des Cuneiforme I (die der Ziffer 13 weggewendete Seite) mit ihrer Axe a. b.

Fig. 14. Metatarsus I mit seiner Gelenkfläche.

Fig. 15. Hand von der Daumenseite. a. Naviculare. b. Multangulum I. c. Gelenkfläche des abgewendeten Metatarsus I.

Fig. 16 Hand von oben. a. die Ulna mit ihrem proc. spinos. c. triquetrum. b. Naviculare zwischen b. und c. ein Knorpel statt dem lunatum.

Tafel II.

Fig. 1 bis 10. Troglodytes Gorilla-Fuss.

Fig. 4 zeigt die Basis der Metatarsen von vornen angesehen. Der Metatarsus I ist entfernt und man sieht auf die vordere Gelenkfläche des Os cuneiforme I. Die nebenstehenden Striche (a u. b) sollen die Richtung der Gelenkaxe bezeichnen.

Fig. 5 ist die Gelenkfläche des Metatarsus I. Diese Ansicht übrigens ist nicht durch den Spiegel auf den Stein gezeichnet, entspricht daher a und b auf dem vorhergehenden.

Fig. 6 zeigt das Os cuneiforme I, II, III und die Basis der Metatarsen III — V von der Plantarseite. Man sieht die Gelenkfläche für den Metatarsus I (vornen neben b der Fig. 4.) im Profil.

Fig. 7 das Os cuneiforme I von der Medianseite betrachtet. Der Metatarsus I ist entfernt und man sieht die gewölbte Gelenkfläche in ihrer ganzen Höhe. Vor ihr sieht man den Metatarsus II. Hinter dem Cuneiforme I ist das os naviculare.

Fig. 8 der Metatarsus I im Profil von der medianen Seite.

Fig. 9 der Metatarsus I von der lateralen Seite.

Fig. 10 die Plantar-Seite des Capituli Metatarsi III.

Fig. 11 und 12. Der Fuss eines Eingeborenen der Insel Rotti bei Java, welcher 26 Jahre alt im Hospital zu Soerabaya an Dysenterie starb. Das Skelet wurde der Senckenbergischen Anatomie von Dr. C. F. Schmitt auf Java geschenkt.

Tafel III.

Fig. 1 und 4. Fuss eines ausgewachsenen Troglodytes niger fem.

Fig 3. Ansicht des Os cuneiforme I von vornen. Man sieht die gewölbte Gelenkfläche. a. b. Axe des Ginglymus. Neben ihm die Basis Metacarpus II—V.

Fig. 4. Os cuneiforme I mit seiner Gelenkfläche von der Medianseite wie Fig. 7 der vorhergehenden Tafel.

Fig. 5 bis 9. Der Fuss und die Hand eines ausgewachsenen weiblichen Simia satyrus.

Fig. 5. Fuss.

Fig. 6- Ansicht der Basis der Metatarsen und des Cuneiforme I von vornen. Der Metatarsus I ist zurückgeschlagen und man sieht die Rollfläche mit ihrer Axe a. b. Sie bildet einen viel spitzeren Winkel mit den Axen der übrigen Tarso-Metatarsalen als bei dem Gorilla und Chimpance.

Fig. 7. Ansicht des auf die Dorsalfläche umgelegten Tarso-Metatarsus von der Medianseite. b. der Metatarsus I ist in die Höhe geschlagen und man sieht seine Hohlfläche. Unter ihr a. wölbt sich die gewölbte Gelenkfläche des Cuneiforme I im Profil. c. ist der Metatarsus II. d. Os Cuneiforme II. e. Os naviculare.

Fig. 8. Carpus. a. Os Centrale.

Fig. 9. Hand des Orang. a. Os Centrale.

Fig. 10 und 11. Hylobates leuciscus. Fuss.

Fig. 11 der Tarso-Metatarsus von der Median-Seite. Der Tarsus I ist abgezogen, so dass man etwas in das Innere des Tarso-Metatarsal-Gelenk hineinsieht. a. b ist die Axe desselben.

Tafel IV.

Fig. 1 bis 4. Hand des Troglodytes Gorilla fem.

Fig. 3. Mittelfinger nebst Metatarsus von Innen.

Fig. 4. Sattelgelenk zwischen Metacarpus I und Multangulum majus von der Volar-Seite gesehen.

Fig. 5. Hand des Eingeborenen der Insel Rotti.

Fig. 6. Hand eines Troglodytes niger fem.

Fig. 7 und 8. Hand eines Hylobates leuciscus.

Fig. 8. Carpus von der Volarseite. Der Metatarsus I ist zurückgeschlagen und das Carpo-metacarpal-Gelenk geöffnet, um den runden Gelenkkopf am Os multangulum majus und die Pfanne am Metatarsus zu zeigen.

Zur Entwicklungsgeschichte des Ascobolus pulcherrimus Cr. und einiger Pezizen

von

M. Woronin.

Taf. XXXIX bis XLII.

Vor zwei Jahren hat Professor A. de Bary besondere Organe (eigenthümliche Zellpaargruppen) bei Peziza confluens Pers. gefunden,[1]) welche beständig als erste Entwicklungsstadien dieses Pilzes auftreten. Eine ähnliche Erscheinung ist mir in diesem Frühjahre gelungen bei Ascobolus pulcherrimus aufzufinden.[2]) Ich fand diesen Pilz auf Pferdemist; es gelang mir, ihn auf Objectplatten mehrere Wochen lang zu cultiviren und dabei die ganze Entwicklungsgeschichte desselben Schritt für Schritt zu verfolgen. — Ueber die Gattung Ascobolus besitzen wir blos zwei kurze Notizen von den Gebrüdern Crouan[3]) und eine etwas ausführlichere Abhandlung von E. Coemans.[4])

Das Mycelium unseres Pilzes bildet einen gelblich-weissen Filz und besteht aus starken, unregelmässig-verzweigten, mit Querwänden versehenen Fäden. Die Dicke der einzelnen Hyphen ist gewöhnlich 0,0059—0,0118 Millimeter.

Der plasmatische, feinkörnige und vacuolenhaltige Inhalt dieser Fäden ist stellenweise völlig farblos, meistens aber erscheint er hellgelb oder manchmal selbst sehr intensiv orangegelb gefärbt. In jeder Zelle der septirten Fäden dieses Myceliums

---

[1]) De Bary. Ueber die Entwickelung der Ascomyceten. 1863. Leipzig.

[2]) Den von mir untersuchten, Pferdemist bewohnenden Ascobolus beschreibe ich hier einstweilen unter dem Namen Ascobolus pulcherrimus Cr., obgleich er durch seine weiter zu beschreibenden Merkmale mir eine intermediäre Form zwischen Ascobolus pulcherrimus Cr. und Asc. insignis Cr. zu sein scheint. Die Form des Ascobolus pulcherrimus in Rabenh. Herb. Fung. Europ. cent. IV, No. 385 scheint mit der von mir untersuchten völlig identisch zu sein

[3]) Ann. des Sc. natur. Serie IV, tom. 7: „Note sur quelques Ascobolus nouveaux etc.“ p. 173—177. Tom. 10: „Note sur neuf Ascobolus nouveaux“ p. 193—197.

[4]) Bulletins de la société royale de Botanique de Belgique. Première année, tom. I, p. 76—91. Spicilège mycologique I. „Notice sur les Ascobolus de la flore belge.“

(XXXIX, Fig. 3, 4. XLII. Fig. 8—13), den Querwänden beinahe unmittelbar anliegend, finden sich kleine Körnchen, deren Umrisse immer viel schärfer und dunkler erscheinen als bei den übrigen Plasmakörnchen; und dabei liegen in den meisten Fällen auf der einen Seite der Querwand zwei oder drei solcher Körnchen, während auf der anderen Seite sich blos eines derselben findet; viel seltener dagegen liegen diese Körnchen auf jeder Seite der Querwand in gleicher Zahl oder fehlen ganz. — Die nebeneinander verlaufenden Hyphen dieses Ascobolus-Myceliums (Tab. XL. Fig. 9, 10) haben häufig, wie bei vielen anderen Pilzen, das eigenthümliche Vermögen, untereinander direct oder mittelst kurzer, an einander stossender Nebenzweige völlig zu verwachsen. Das auffallendste ist hierbei, dass die Zellmembran an den Berührungsstellen sehr bald verschwindet (sich wahrscheinlich auflöst), so dass die Inhalte zweier auf solche Art in Verbindung tretender Pilzfadenzellen mit einander in unmittelbarer Communication stehen, und die allen den lebendigen Zellen dieses Myceliums zukommende, der Wand entlang verlaufende Plasmaströmung hier nun aus einer Zelle in die andere übergeht.

Auf dem so beschaffenen Mycelium erscheinen nun die orangegelb- bis dunkelziegelroth gefärbten, im erwachsenen Zustande 1—2 Millim. grossen, paukenförmigen Becherchen des Pilzes (Taf. XL. Fig. 6, Taf. XLI. Fig. 1); ihr Rand ist vorragend und äusserlich mit mehreren Reihen steifer, zugespitzter, hellbrauner Borsten versehen. — Durch das Herauspräpariren und das Durchmustern des Myceliums lassen sich sehr leicht die jüngsten Anlagen der Becherchen auffinden. Der erste Entwicklungszustand eines solchen Becherchens erscheint in Form eines meistens krummgebogenen, seltener aufrechtstehenden, seitlichen Myceliumzweiges (Taf. XXXIX, Fig. 1, 2); er hat immer eine mehr oder minder wurmförmige Gestalt, und besteht aus mehreren, meistens 5 bis 12 Zellen, welche von einander durch parallele Querwände getrennt sind. Jedes einzelne Glied (jede Zelle) eines solchen wurmförmigen Körpers ist an beiden Enden plattgedrückt, an den Seiten dagegen etwas angeschwollen und abgerundet; der Inhalt derselben ist von dem der übrigen Myceliumfadenzellen nicht wesentlich verschieden; — charakteristisch ist aber für ihn das Dasein einer oder 2 bis 3 grösserer Vacuolen. Diese Körper sitzen auf dem Mycelium entweder unmittelbar (Taf. XXXIX. Fig. 1, 3) oder mittelst eines besonderen 2—3zelligen Trägers (Taf. XXXIX, Fig. 2. 4).

Die daneben verlaufenden Hyphen desselben Myceliums sowohl wie der Faden, auf welchem eine solche wurmförmige Zellengruppe aufsitzt, treiben nun kurze, farblose, hakenförmige Zweiglein (Taf. XXXIX. Fig. 3), deren jedes sich bald nach seiner Entstehung durch eine Querwand in zwei Zellchen ungleicher Grösse theilt: — die un-

tere, die Tragzelle, ist meistens etwas kleiner als die obere. Die meisten, wenn nicht alle diese hakenförmigen Seitenzweiglein legen sich mit der concaven Seite ihrer oberen Zelle an die Zellen des wurmförmigen Körpers, und dabei findet zwischen denselben eine so innige Verwachsung statt, dass sie sich in den meisten Fällen nicht von einander losreissen lassen. Bald nachher wird der wurmförmige Zellkörper sammt den an denselben sich anlegenden hakenförmigen Seitenzweiglein vollkommen von einem Fadengeflecht umwachsen (Taf. XXXIX, Fig. 4), welches aus zahlreichen kurz- und vielgliedrigen Verzweigungsfaden derselben Myceliumshyphen gebildet wird. In den Fällen, wo der betreffende Zellkörper mit einem Trager versehen ist, wachsen aus den einzelnen Gliedern des letzteren Hyphen hervor, welche gleichfalls sich verzweigen und mit den übrigen Faden des immer grösser und dichter werdenden Knäuels sich verflechten (Taf. XXXIX, Fig. 4). Die kugligen Zellen des wurmförmigen Körpers treiben dagegen, so viel ich es sehen konnte, niemals dergleichen Fäden aus. Anfangs lässt sich der Verlauf der einzelnen Pilzfäden eines solchen Knäuels ziemlich genau verfolgen, später wird dies aber völlig unmöglich, denn die Zellen der meistens kurzgliedrigen Fäden des Geflechtes werden nun rundlich aufgeblasen oder nehmen durch gegenseitigen Druck eine polyedrische Form an. Die Zellen, welche an die Peripherie dieses filzigen Geflechtes zu liegen kommen (Taf. XL, Fig. 4), sind zum grossen Theil von rundlich-blasiger Form; viele derselben aber, besonders diejenigen, welche an der unteren, dem Substrate zunächst zugekehrten Seite liegen, treiben Fäden, die sich allmählich verlängern, verzweigen, und somit eine Art secundäres Mycelium bilden, welches mit den Fäden des primären sich verflicht. Die anfangs schmutzig blassgelbe Farbe dieser aus einem verfilzten Fadengeflechte bestehender Klumpen geht in eine dunkle, orangegelbe Färbung über.

Ein jedes solche filzige Fadenknäuel entwickelt sich nun zu einem Ascobolus-Fruchtträger (Becher, Perithecium). So lange die Zellen des wurmförmigen Körpers noch nicht vollständig von dem Fadengeflechte umwachsen sind (Taf. XXXIX, Fig. 4), lassen sie sich ohne alle Schwierigkeiten genau beobachten; von Veränderungen in denselben ist kaum etwas zu bemerken, im Umfange sind sie nur ganz unbedeutend grösser geworden: die centralen Vacuolen der einzelnen Zellen sind auch manchmal noch da, obgleich deren Umrisse nicht mehr so deutlich erscheinen wie früher. Sobald aber das Fadengeflecht dichter und umfangreicher geworden ist, erscheint das Ganze in Form eines so dicht filzigen und völlig undurchsichtigen Klumpens, dass man die von demselben jetzt vollständig umwachsenen Zellen des anfangs wurmförmig erscheinen-

den Körpers nicht anders untersuchen kann, als unter leichtem Druck auf das Deckglas und gleichzeitiger einige Zeit lang andauernder Einwirkung einer nicht zu starken Aetzkalilösung oder stark diluirten Glycerins. Durch ein solches Behandeln dazu geeigneter Präparate (Taf. XXXIX, Fig. 5) ersieht man, dass mehrere, in den meisten Fällen aber nur die 3—5 einander berührenden Endzellen des wurmförmigen Körpers ungemein gross geworden sind. [1]) Mehrmals sah ich, dass sie mit einem körnigen, etwas fett- oder gallertartig aussehenden Plasmainhalte dicht erfüllt waren, in einzelnen dieser Zellen schien ein nucleus-artiges Gebilde vorhanden zu sein. Der Inhalt mancher derselben zeigte sich ausserdem in Form eines zierlichen, netzartigen Maschenwerks (Taf. XXXIX, Fig. 5). In etwas späteren, durch Glycerin gleichfalls durchsichtig gemachten Entwicklungsstadien, in welchen schon die Anfänge des Hymeniums vorhanden sind (Taf. XL, Fig. 5), findet man in dem unteren Theile des Fruchtträgers noch sehr deutlich den wurmförmigen Zellkörper, von dem einzelne, meistens 1—3 Glieder an die untere Fläche des Hymeniums sich unmittelbar anlegen. Wie aber diese grossen, blasigen Zellen zu den Elementen des Hymeniums eigentlich sich verhalten, konnte ich nicht entscheiden. — Entstehen die senkrecht und gleich hoch sich erhebenden dicht gedrängten Fäden des jugendlichen Hymeniums mit dessen zartem zelligem Boden aus diesen Zellen, und hat man dann die letzteren, auf die Analogie mit Erysiphe [2]) sich stützend, als die Eizellen und die an dieselben sich fest anschmiegenden hakenförmig gekrümmten seitlichen Zweiglein als die männlichen Zellen, als die Antheridien zu betrachten; — oder, entspricht vielleicht das um die Eizellen-Colonie (um den wurmförmigen Zellkörper) sich bildende Fadengeflecht der Hülle der Coleochaeten- oder Charafrüchte, und sind dann die hakenförmigen Zweiglein blos als die ersten Anlagen dieser Hülle zu betrachten, die männlichen Organe dagegen irgendwo anders aufzusuchen; oder ist endlich (was mir aber höchst unwahrscheinlich vorkommt) die Entwicklung der Ascobolus-Fruchtträger zu den geschlechts-

[1]) Diese jüngeren Entwicklungszustände der Ascobolus-Becherchen sind schon früher von E. Coemans beobachtet worden. Auf der Seite 79 seines Spicilége mycologique I. sagt er darüber folgendes „Quant au développement des Ascobolus, il est simple. Les filaments myceliens, d'abord continus, commencent par se cloisonner; ensuite à certains endroits, là surtout où plusieurs filaments s'anastomosent, les cellules formées par les cloisons de ces filaments se multiplient en tous sens et forment de petites masses ou pelotes destinées à devenir les cupules. Le centre de ces pelotes reste en communication avec le mycelium du champignon et est occupé par quelques cellules plus grandes, regorgeant de sucs gélatineux; ces cellules représentent les premièrs rudiments de l'hymenium."

[2]) De Bary l. c. p. 3—10.

losen Fortpflanzungen zu rechnen, — alles das sind Fragen, die sich jetzt nicht beantworten lassen; es liessen sich leider darüber keine weiteren Versuche anstellen. In den völlig erwachsenen Fruchtträgern des betreffenden Pilzes ist mir nie gelungen etwaige Spuren der fraglichen Eizellen auffinden zu können. Ganz der nämliche Fall findet sich auch bei Peziza confluens Pers. Der erste Entwicklungszustand der Becherchen dieses Pilzes, den ich zu beobachten gleichfalls Gelegenheit hatte, zeigt sich, wie es ja aus den De Bary'schen Untersuchungen schon bekannt ist, beständig in Form einer Rosette, welche aus mehreren eigenthümlich construirten Zellpaaren besteht und die in den erwachsenen Zuständen gleichfalls nicht mehr aufzufinden sind. Es unterliegt keinem Zweifel, dass die von de Bary beschriebenen Zellpaar-Gebilde der Peziza confluens den jüngsten Entwicklungszuständen der von mir untersuchten Ascobolus-Becherchen entsprechen; dieses gab mir den Gedanken, dass die Entwickelung der meisten, wenn nicht aller Becherpilzen in analoger Weise geschehen muss. Und in der That fand ich denn auch beinahe ganz dieselben Vorgänge bei zwei anderen Objecten auf, nämlich bei Peziza granulata Bull. und Peziza scutellata Linn.

Da eine Beschreibung der vollständigen Entwicklungsgeschichte dieser beiden Pezizen uns zu weit führen und sich ausserdem nur als eine Wiederholung der eben geschilderten herausstellen würde, so will ich mich ganz kurz fassen und blos dasjenige hier hervorheben, wodurch sich die ersten Stadien der beiden soeben genannten Pezizen von denen des Ascobolus pulcherrimus unterscheiden.

Wie es schon aus den beigelegten Zeichnungen (Taf. XXXIX, Fig. 6, 7. Taf. XL, Fig. 1, 2, 3) zu sehen ist, sind die vielfach und unregelmässig verzweigten Myceliumfäden dieser beiden Pezizen denen des Ascobolus ungemein ähnlich: es finden sich auch hier in jeder Zelle, den Querwänden sehr nah anliegend, mehrere kleine, glanzende und scharf contourirte farblose Kornchen. Die ersten Entwicklungsstadien der Becherchen zeigen sich auch hier in beiden Fällen in Form meistens ziemlich stark gekrümmter, seitlicher Myceliumzweiglein, welche gleichfalls aus mehreren Gliedern bestehen; von diesen letzteren ist aber immer blos das eine Endglied als die functionirende, als die eigentliche Eizelle, zu betrachten, während alle anderen, unterhalb derselben sich befindenden Zellen dieses Zweigleins miteinander einen Träger der Eizelle bilden.

Dieser Träger besteht bei Peziza scutellata (Tafel XL, Fig. 1, 2, 3) meistens nur aus 2 oder 3 Zellen, viel seltener sah ich ihn 4- oder 5gliederig; das Endglied

des ganzen Zweiges (die eigentliche Eizelle) erscheint in Form einer länglich-ovalen, nach einer Seite krummgebogenen Zelle; — der protoplasmatische Inhalt ist mit 1—3 ziemlich grossen Vacuolen und kleinen orangeroth gefärbten Körnchen versehen. — Bei Peziza granulata (Taf. XXXIX, Fig. 6, 7) zeichnet sich immer die Eizelle durch ihren grösseren Umfang und ihre kuglig-elliptische Form aus; ihr blass-orangegelb gefärbter Inhalt erscheint in der Mitte der Zelle in Form eines körnigen Klumpens, nach der Peripherie zu ist derselbe dagegen sehr reich an zartumschriebenen Vacuolen. Der Tragfaden besteht bei dieser Pezize gewöhnlich aus 3—6 Gliedern, von welchen das untere immer am meisten in die Länge gestreckt ist und lediglich als eine Ausstülpung der es tragenden Myceliumfadenzelle sich erweist; die übrigen (2—5) Zellen dieses Fadens, welche zwischen der Eizelle und dem unteren ausgestreckten Gliede zu liegen kommen, sind im Ganzen viel kürzer und haben alle ungefähr dieselbe Gestalt und Grösse. Das nächste unter der Eizelle liegende und oft sogar das zweitfolgende Glied des Tragfadens treiben nun kleine, dünne, farblose, cylindrische Schläuche, welche sich sogleich an die Basis der Eizelle fest anlegen (Taf. XXXIX, Fig. 7). Ob sich dieselben aber von ihrer Mutterzelle durch etwaige Querwände abtrennen, sich weiter verlangern und ob sie darnach über den Scheitel der muthmasslichen Eizelle oder dicht unter diesem quer um die Seitenwand verlaufen, wie es de Bary für die Peziza confluens beschreibt, und wie ich es selbst mehrmals bei Peziza scutellata gesehen habe (Taf. XL, Fig. 1, 2), ist mir bei Peziza granulata allerdings nicht gelungen direct zu beobachten.

Die weitere Entwicklung der beiden von mir untersuchten Pezizen (Pez. granulata und Pez. scutellata) stimmt in den Hauptmerkmalen mit derjenigen des Ascobolus pulcherrimus völlig überein: sehr bald nach dem Anlegen der Antheridien(?) an die Eizellen(?) werden diese letzteren von einem dicht, verfilzten Hyphengeflecht völlig umsponnen, und dadurch wird leider ihr weiteres Schicksal unseren Augen völlig entzogen.

Jetzt kehre ich zur Darstellung der weiteren Entwicklungsstadien des Ascobolus pulcherrimus zurück. Nach dem ersten Anlegen des Hymeniums nimmt der jugendliche Fruchtträger sehr bald seine definitive Grösse, Form und Struktur an. Das Pilzfadengewebe, aus welchem der Körper eines völlig ausgebildeten Fruchtträgers (Taf. XLI, Fig. 1) besteht, hat eine grosse Aehnlichkeit mit einem gewöhnlichen Zellparenchym: zwischen den aufgeblasenen oder durch gegenseitigen Druck theilweise polyedrisch gewordenen Elementen desselben lassen sich aber noch stellenweise ein-

zelne Hyphen verfolgen. Den oberflächlichen Zellen dieses quasi-parenchymatischen Gewebes kommt immer die Form völlig abgerundeter Blasen zu, besonders aber denjenigen, welche den hervorragenden und ziemlich dicken, polsterartigen, und über dem Hymenium sich etwas einbiegenden Rand des Fruchtträgers bilden. Die Zellen der unteren, dem Substrate zugekehrten Fläche des Fruchtträgers treiben Fäden, welche sich verlängernd und sich verzweigend ein secundäres Mycelium darstellen. Die Seiten des Fruchtträgers, besonders nach oben zu, sind mit ziemlich langen und steifen, zugespitzten Borsten versehen, welche gleichfalls aus den oberflächlichen Zellen ihren Ursprung nehmen (Taf. XLI, Fig. 1). Diese Borsten stehen um den Fruchtträger in mehreren unregelmässig verlaufenden Reihen,[6]) sind hellbrauner Farbe und derbwandig; dieselben sind ausserdem durch Querwände in mehrere Zellen getheilt und es finden sich dabei auch hier in jeder einzelnen Zelle der Borsten ein oder zwei kleine, aber sehr scharf contourirte Körnchen, welche den Querwänden sehr nahe anliegen. Dasjenige Gewebe, aus welchem der Boden des Hymeniums besteht, ist immer aus sehr kurz- und zartzelligen, dichtgedrängten Hyphen gebildet.

In den Fruchtträgern, welche erst ⅓ ihrer definitiven Grösse erreicht haben (Taf. XL, Fig. 5), bildet das Hymenium ein Büschel, welches nur aus zarten, aufrechtstehenden, sehr feinen, cylindrischen Schläuchen besteht; diese letzteren sind die ersten Paraphysen. Erst nachdem der Fruchtträger seine definitive Grösse erreicht hat, wachsen aus dem Boden des Hymeniums, zwischen den Paraphysen, Asci hervor, deren Zahl sich sehr rasch vergrössert (Taf. XLI, Fig. 1).

Die Paraphysen (Taf. XLI, Fig. 2, 7. Taf. XLII, Fig. 1, 2) sind einfache oder verzweigte schmal-cylindrische Fäden, mit mehreren Querwänden versehen und an der Spitze meistens verlängert-keulenförmig angeschwollen. Ausser dem Endgliede der Paraphysen ist auch in einzelnen Fällen das nächst untere Glied gleichfalls an seinem oberen Ende angeschwollen. Die Körnchen des schleimigen, vacuolenhaltigen Plasmainhaltes der Paraphysen sind orangegelb oder selbst ziegelroth gefärbt.

Was nun die Entwicklung der Asci und Sporen des Ascobolus pulcherrimus anbelangt, so geschieht dieselbe, wie es schon aus den beigelegten Abbildungen (Taf. XLI, Fig. 1—6) zu sehen ist, in ganz analoger Weise, wie es Herr

[1]) Die beiden mit braunen Borsten versehenen Ascobolus-Arten: Asc. pulcherrimus Cr. und Asc. insignis Cr. unterscheiden sich nach Crouan's Angaben, unter anderm dadurch, dass bei dem ersten die Borsten in mehreren, bei dem zweiten dagegen in zwei Reihen stehen.

Prof. A. de Bary für manche andere Ascomyceten beschrieben hat. Der in den mit doppelt-contourirter Membran versehenen Schläuchen noch vor der Sporenbildung leicht nachzuweisende primäre Zellkern erscheint immer in dem oberen Theile des Schlauches und besteht aus einem homogenen nucleus (oder nucleolus?), der in einem durchsichtigen, kugligen Raum suspendirt ist. Wie aber aus diesem primären Zellkerne acht Kerne für die 8 Sporen entstehen, ob es durch eine sich wiederholende Zwei- oder eine simultane Achttheilung geschieht, dieses konnte ich nicht entscheiden. Wenn die Sporen noch sehr jung sind, so ist in den Schläuchen das Epiplasma immer sehr leicht von dem Protoplasma zu unterscheiden, indem diese beiden Substanzen gegen Jod in der von de Bary angegebenen Weise sehr verschieden sich verhalten. (Vergl. de Bary: „Ueber die Fruchtentwicklung der Ascomyceten." und meine Zeichnungen, Taf. XLI, Fig. 4—8, nebst der dazu gehörenden Beschreibung.)

Diejenigen Asci, in welchen die Sporenbildung noch nicht beendet ist, sind immer etwas kürzer oder nur eben so lang als die Paraphysen (Taf. XLI. Fig. 1); sind aber einmal die Sporen reif, so schwellen die Schläuche beträchtlich an, indem sie sich stark in die Länge strecken, und ragen dann, wie es bei allen Ascoboli der Fall ist, mit ihren Spitzen über das Niveau des Hymeniums hervor (Taf. XLI, Fig. 2, 3). In diesen älteren Entwicklungsstadien liegen die acht Sporen in dem oberen Theile des Ascus in einer unregelmässigen Längsreihe. Der übrige Raum des während der ganzen Zeit mit einem wandständigen Primordialschlauche versehenen Ascus ist nun mit einer völlig farblosen, durchsichtigen, wässerigen Flüssigkeit erfüllt. Zum Zwecke der Sporenentleerung brechen die Asci mittelst eines meistens sehr kleinen Deckelchens (Taf. XLI, Fig. 2. Taf. XLII, Fig. 3, 4) auf; die Sporen werden auf eine Höhe von ungefähr 6 — 8 oder selbst 10 Centim. herausgeschleudert. Nach der Entleerung schrumpfen die Schläuche zusammen und darnach erscheinen sie wiederum kürzer als die sie umgebenden Paraphysen (Taf. XLI, Fig. 2). Coemans Angaben nach sollen die Schläuche bei Ascobolus, noch lange vor der Entleerung, sich von dem Hypothecium (dem Boden des Hymeniums) lösen (l. c. p. 84); dieses scheint mir aber eine nicht völlig normale und constante Erscheinung zu sein, denn obgleich es mir auch mehrmals vorgekommen ist, dergleichen freiliegende sporenenthaltende asci in dem Hymenium aufzufinden, fand ich daneben noch öfter leere Schlauchmembranen, welche fest dem Hypothecium aufsassen (Taf. XLI, Fig. 2).

Die völlig entwickelten Sporen des Ascobolus pulcherrimms sind elliptisch-

eiförmig, meistens 0,0080—0,0096 Millim. breit, bei einer Länge von 0,0144—0,0160 Millim.; anfangs sind sie immer farblos; bei ihrer vollen Reife bekommen dieselben sehr oft eine sehr blasse bläulich-grüne Färbung. Die Sporenmembran ist glatt und sehr dünn; sie erscheint erst bei einer 600—620fachen Vergrösserung deutlich doppelt-contourirt. Der Inhalt ist ziemlich stark lichtbrechend und erscheint dabei von gelatinös-ölartiger Consistenz; ausser einigen sehr feinen Körnchen und kleinen undeutlichen Vacuolen, die manchmal hier auftreten, findet sich noch in jeder Spore immer ein grösserer, centraler, heller kuglicher Raum, — Vacuole oder Zellkern bleibt noch zu entscheiden. — Durch Jod werden die Sporen zu allen Zeiten, gleich dem Protoplasma, gelb gefärbt; die Paraphysen, besonders ihre gefärbten aufgetriebenen Spitzen und die gleichfalls orangegelb oder selbst ziegelroth gefärbten Elemente des Hypotheciums nehmen dagegen durch Jod die für die gelben pflanzlichen Farbstoffe charakteristische grüne Färbung an.

Die Sporen dieses Pilzes zum Keimen zu bringen, ist mir leider nicht ein einziges Mal gelungen, wenngleich von E. Coemans [1]) angegeben wird, dass alle Ascobolus-Sporen gewöhnlich sehr leicht in Wasser auf Objectträgern keimen, und dass ihre Keimfäden eine bemerkenswerthe Neigung zu einer Torula- oder Penicillium-ähnlichen Conidienbildung zeigen.

Am Schlusse dieses Beitrages muss ich noch eine zweite Fructificationsform des Ascobolus pulcherrimus erwähnen, welche, meines Wissens, bis jetzt noch völlig unberücksichtigt geblieben ist.

Die Fäden desselben Myceliums, auf welchem die oben geschilderten Fruchtbecherchen des Ascobolus entstehen, tragen in sehr reichlicher Menge eine besondere Form von Sporen, welche zu den Chlamydosporen zu rechnen sind.

Dieselben entstehen auf seitlichen, kurzen, meistens nur zwei- oder dreizelligen, seltener längeren, vier- bis fünfgliedrigen Zweiglein (Tafel XLII, Fig. 6—13; Taf. XL, Fig. 4, 5). Von den gewöhnlichen Verzweigungen des Myceliums unterscheiden sich diese schon von Anfang an dadurch, dass sie an ihren Spitzen sich hakenformig krümmen; — ganz aufrecht kommen sie dagegen nur sehr selten vor. — Die in den meisten Fällen etwas in die Länge gezogene Endzelle eines jeden solchen Seitenzweigleins, welche sich nicht nur nach unten, sondern auch manchmal derart seitwärts krümmt, dass sie dadurch einer Vaucheria-Antheridie einigermassen ähnlich wird, schwillt nach und nach beträchtlich an und wird dadurch kuglig-elliptisch oder eiförmig.

---

[1]) l. c. p. 79.

Ihr anfangs sehr blass gefärbter plasmatischer Inhalt wird jetzt mehr dicht und grobkörnig, ist hie und da mit mehr oder minder grossen ölartigen Tröpfchen und einzelnen Vacuolen versehen, und bekommt zuletzt eine intensive, dunkle, orangegelbe Färbung. Nach der Mitte der Spore zu erscheint der Inhalt immer viel dichter, so dass er nicht selten in Form eines unebenen und undeutlich begrenzten centralen Klumpens auftritt, welcher von der Sporenmembran ziemlich weit absteht. Diese letztere ist anfangs dünn und einfach, später erscheint sie deutlich doppelt contourirt. Auch bei der Reife lässt sich aber an diesen Sporen nie Exosporium und Endosporium unterscheiden.

Durch Jod färben sich die Chlamydosporen gewöhnlich gleich den Myceliumfäden und dem Epiplasma der Sporenschläuche rothbraun; im Anfange der Reaction sieht man in denselben nicht selten ausserdem eine etwas undeutliche grüne Färbung auftreten, welche aber bei etwas längerem Einwirken des Jods bald verschwindet. Die jugendlichen, meistens mit orangegelbem Plasma dicht erfüllten Spitzen der Myceliumhyphen des in Rede stehenden Ascobolus bekommen gleichfalls durch Jod dieselbe grünliche Färbung.

Der Keimung nach sind die dem Mycelium fest ansitzenden und von demselben sich schwer ablösenden Chlamydosporen des Ascobolus pulcherrimus als Ruhesporen oder Dauerzellen zu betrachten; ihre Keimfähigkeit fängt nämlich erst dann an, wenn die Myceliumfäden längst abgestorben und völlig leer sind. Ich habe sie z. B. in einem mässig trocken gehaltenen Substrate während eines ganzen Winters, vom Spätherbste bis zum Frühjahre, beinahe völlig unverändert aufbewahrt; — im April angefeuchtet fingen dieselben an zu keimen (Taf. XL, Fig. 7, 8). Das dick- und derbwandige, hell bräunlich-gelb gefärbte Exosporium wird an irgend einer Stelle unregelmässig von einem nun unterscheidbaren dünneren, farblosen Endosporium zerrissen, welches alsdann in einen Schlauch auswächst (Taf. XL, Fig. 7, 8). Dieser Keimschlauch verlängert sich, wird durch Querwände in mehrere Zellen getheilt, verzweigt sich und sieht von Anfang an den oben beschriebenen Myceliumhyphen völlig gleich.

Bei anderen becherförmigen Pilzen (Ascobolus und Peziza) sind mir bis jetzt keine dergleichen Chlamydosporen vorgekommen.

St. Petersburg, 15./27. Juni 1865.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XXXIX.

Fig. 3 bei 620facher, die ubrigen bei 320facher Vergrosserung mit Hulfe der Camera lucida gezeichnet.

Fig. 1 bis 5 Ascobolus pulcherrimus Cr.

Fig. 1. 2. Anfänge von Fruchtträgern, — wurmförmige, vielzellige Myceliumseitenzweiglein. Jede Zelle eines solchen Körpers ist meistens mit einer grossen, centralen Vacuole versehen; in einzelnen finden sich dagegen zwei bis drei einzelne Vacuolen. Die zwei unteren Zellen des Zweigleins in Fig. 2 sind den Zellen des Myceliumfadens gleich.

Fig. 3. Weitere Entwickelung des Fruchtträgers: An die Zellen des wurmförmigen Körpers legen sich kurze, hakenformige Seitenzweiglein fest an, welche von anderen, daneben verlaufenden Fäden desselben Myceliums ihren Ursprung nehmen.

Fig. 4. Anfang des um den wurmförmigen Zellkörper sich bildenden Fadengeflechts.

Fig. 5. Etwas weiter vorgerücktes Entwickelungsstadium eines Ascobolus-Becherchens unter Deckplattchen betrachtet und mittelst Glycerin durchsichtig gemacht. Der wurmförmige Zellkörper nimmt jetzt die Mitte eines sehr dicht verfilzten Klumpens ein. Die vier Endzellen dieser central gewordenen Zellreihe erscheinen hier in Form grosser kugliger Blasen; in einer derselben, (in der zweiten von oben) sieht man ein nucleusartiges Gebilde; — der Inhalt einer anderen (der dritten von oben) erscheint in Form eines netzartigen Maschenwerks.

Fig. 6 und 7 Peziza granulata Bull.

Anfänge des Fruchtträgers. Blos die Endzelle des wurmförmigen Körpers ist hier als die funktionirende, als die muthmassliche Eizelle zu betrachten; — die übrigen Zellen dieses Körpers bilden für diese Eizelle einen besonderen Träger.

In Fig. 7 sieht man, wie die zwei oberen Glieder des Tragfadens kleine cylindrische, farblose Schläuche treiben, welche sich an die Basis der Eizelle fest anlegen.

Tafel XL.

Fig. 1 bis 3 Peziza scutellata Linn.

Anfänge der Fruchtträger. Vergr. 320.

Fig. 1. Junger wurmförmiger Zellkörper, bei welchem das Endglied (die Eizelle?) noch nicht vollig ausgewachsen ist.

Fig. 2 und 3. Etwas ältere Zustände. Die Eizelle (?) erscheint etwas länglich und ist dabei ein wenig seitwärts gekrümmt. Die an dieselbe sich fest anlegenden, dünnen, cylindrischen Schläuche (die Antheridien?) erstrecken sich bis über den Scheitel der Eizelle, oder verlaufen unter diesem quer um die Seitenwand.

Fig. 4 bis 10 Ascobolus pulcherrimus Cr.

Fig. 4. (160fach vergrössert) Junger Fruchtträger mit den dazu gehörenden Myceliumfäden vom Substrate frei abpräparirt und unverletzt auf die Objectplatte gelegt. Dieselben Myceliumhyphen tragen auch die Ascobolus-Chlamydosporen (*chl. sp.*); *m.* Mycelium.

Fig. 5. (160fach vergrössert). Aelterer Zustand. Das Exemplar ist durch leichten Druck auf das Deckglas etwas ausgebreitet und mittelst Glycerin durchsichtig gemacht worden. b = Borsten; h = Hymenium; *chl. sp.* = Chlamydosporen; m = Myceliumfäden; x = ein kleiner Rest des Substrates (des Pferdemistes.)

Fig. 6 *a* Zwei beinahe völlig reifen Fruchtträger in natürlicher Grösse gezeichnet.

Fig. 6 *b*. Einer von denselben mit der Loupe betrachtet.

Fig. 7 und 8. (320fach vergrössert). Keimende Chlamydosporen.

Fig. 9 und 10. (620fach vergrossert). Sich verzweigende und Anastomosen bildende Myceliumsfäden. Die in Fig. 8 gezeichneten kleinen Pfeile sollen den Verlauf der Plasmaströmung andeuten.

Tafel XLI.

Ascobolus pulcherrimus Cr.

Fig. 1. 160mal, Fig. 4 620mal, die übrigen 320mal vergrössert.

Fig. 1. Längsschnitt durch einen entwickelten, aber noch ziemlich jugendlichen Becher. Die von demselben getragenen Asci sind noch nicht völlig reif und erscheinen kürzer als die Paraphysen, m = Mycelium; b = Borsten.

Fig. 2. und 3. Stücke des hymeniumtragenden Gewebes, von welchem mehrere Paraphysen, zwei ganz junge, drei völlig reife und ein schon ausgeleerter Ascus entspringen. Die reifen Asci ragen mit ihren Spitzen über das Niveau der Paraphysen hervor.

Fig. 4. Junger Ascus. Die Jodreaktion zeigt, dass er mit Epiplasma (*ep.*) erfüllt ist; von Protoplasma (*pr*) findet sich in demselben nur eine sehr schmale Querzone, in deren Mitte der primäre Zellkern (*n*) enthalten ist.

Fig. 5 bis 6. Weiter entwickelte Asci. Die Sonderung des Inhaltes in Epiplasma (*ep*) und Protoplasma (*pr*) tritt hier viel schärfer auf. Die Protoplasmaportion enthält hier 8 junge Sporen; durch Jod wird sie gelb, das Epiplasma dagegen lebhaft rothbraun gefärbt.

Fig. 7 Paraphysen. Ausser den Paraphysen entspringen aus dem hymeniumtragenden Gewebe zwei junge Asci. — n = primärer Zellkern.

Tafel XLII.

Asscobolus pulcherrimus Cr.

Fig. 6 und 7 90mal, Fig 5, 10 und 11 620mal die übrigen 320mal vergrössert.

Fig. 1. 2 Paraphysen.

Fig. 3 und 4. Reife Asci, ihre Sporen ausschleudernd.

Fig. 5. Reife Sporen.

Fig. 6 und 7. Chlamydosporentragende Myceliumfäden.

Fig. 8 bis 13. Chlamydosporen, in verschiedenen Entwickelungsstadien dargestellt.

Zur Kenntniss der Mucorinen.

I. Mucor Mucedo.

Tafel XLIII. Fig. 1—19 und Tafel XLIV.

Der Pilz, dessen Entwicklungsgeschichte in Folgendem beschrieben wird, stimmt jedenfalls mit demjenigen überein, welchen Fresenius in seinen Beiträgen zur Mycologie als Mucor Mucedo beschreibt. Er soll daher mit diesem Namen bezeichnet werden.

Die Exemplare desselben, welche zuerst zur Untersuchung kamen, wuchsen auf Mist von Pferden, Kühen, Kaninchen und Meerschweinchen. Durch Aussaat liess sich der Pilz leicht auf anderes Substrat, wie Eiweiss, Eidotter, Pasteur'sche eiweisshaltige Zuckerauflösung,[1]) Brot, Kirschen, Vogelbeeren u. s. w. übertragen.

Sein Mycelium wuchert auf der Oberfläche und im Innern des Substrats. Es besteht bei jugendlichen kräftigen Exemplaren aus dicken, reich und wiederholt verzweigten, zunächst querwandlosen protoplasmareichen Schläuchen, deren Aeste früherer Ordnung den Hauptstämmen gleichdick sind, während die der höheren Ordnungen sich in ganz feine Zweige spalten. Im Alter treten in den Myceliumschläuchen mehr oder minder zahlreiche, anscheinend ordnungslos gestellte Querwände auf. Alle diese Erscheinungen kommen den meisten Mucor- und Mucorinen-Mycelien zu.

Von dem Mycelium erheben sich, als senkrecht über das Substrat hervortretende Zweige, die Fruchtträger, Fruchthyphen („Stiele"). Die bekannteste Form dieser, welche zunächst allein betrachtet werden soll, sind die Träger der für die Gattung Mucor charakteristischen Sporangien, dicke, anfangs immer unverzweigte, in ein Sporangium endigende, in der Jugend mit farbloser und durch Jod und Schwefelsäure hellblau werdender Membran versehene querwandlose Schläuche. Dieselben bleiben entweder ganz unverzweigt oder bilden meistens nach Anlage oder Ausbildung des ersten termi-

---

[1]) 10 Theile Zucker, 0,2—07 Theile wässerigen Extractes aus Bierhefe auf 100 Wasser, vergl. Flora 1862, p. 359.

nalen Sporangiums Zweige in verschiedener Zahl, Grösse und Stellung, welche wiederum mit einem Sporangium endigen. Was die Stellung der Zweige betrifft, so ist diese entweder eine ganz unregelmässig zerstreute, oder es entspringen nicht selten dicht unter dem terminalen Sporangium zwei opponirte, kurze, Sporangien tragende Aeste, so dass der Fruchtträger einer gabeligen cymösen Inflorescenz gleicht, wie schon Fresenius angibt; auch einseitig ausgezweigte Cymen kommen vor. Diese Auszweigung ist immer nur eine spärliche, ein- oder zweifache. Mit der Verzweigung oder auch in älteren einfachen Trägern treten Querwände in wechselnder Zahl und Stellung auf. Die Grösse der Sporangiumträger ist überaus verschieden. Magere, mangelhaft ernährte Exemplare werden, wie unten beschrieben werden wird, kaum 1 Millim. hoch, kräftige erreichen, bei Borstendicke, eine Länge von 10, 20, 30. Millim.

Der Bau und die Entstehung der Mucor-Sporangien kann nach zahlreichen älteren Beschreibungen, und besonders nach der von Fresenius (l. c.) und den im ersten Hefte dieser Beiträge für Syzygites megalocarpus gegebenen Darstellung als allgemein bekannt betrachtet werden. Die typischen Sporangien des Mucor Mucedo sind kugelig, zur Zeit der Reife für das blosse Auge braun bis schwärzlich. Ihre Wand (Zellenmembran) ist, was Fresenius zuerst fand, häufig auf der Aussenfläche mit dichtgestellten feinen Stachelchen besetzt (Taf. XLIII, Fig. 14, 16), eine übrigens nicht constante Erscheinung; es kommen auch ganz glatte, hyaline Sporangiumwände vor, und solche, die in der Flächenansicht fein granulirt oder punctirt aussehen, wie es Fresenius für seinen Mucor racemosus angibt, ohne aber in der Profilansicht prominirende Stachelchen zu zeigen. Die stachelige Wand der Sporangien ist zur Zeit der Reife überaus brüchig; in Wasser gebracht zerfällt sie alsbald in kleine, allmählich verschwindende Körnchen (Taf. XLIII, Fig. 12). Die glatten Membranen dagegen sind oft sehr derb, selbst durch starkes Drücken und Zerren nur schwer zerreissbar und im Wasser wochenlang unverändert bleibend. Wie für Mucor allgemein bekannt ist, ragt die das Sporangium von seinem Träger trennende Querwand in Form einer kugeligen oder breit ovalen Blase — Columella — ins Innere des Sporangiums. Bei der in Rede stehenden Art geht die Columella plötzlich in den cylindrischen Träger über und die Insertionsstelle der Aussenwand, die nach dem Zerfallen des grössten Theiles dieser durch ein kleines, stehenbleibendes, ringförmiges Stück bezeichnet wird, befindet sich unmittelbar unter der Columella.

Die zahlreichen reifen Sporen der beschriebenen Sporangien (Taf. XLIII, Fig. 1, 2, 12)

sind oval oder länglich, einzeln betrachtet farblos, mit zarter, glatter Membran. Ihre Länge schwankte bei den gemessenen Exemplaren zwischen $\frac{1}{153}$ und $\frac{1}{53}$ Millim. Sie sind von dem Zeitpunkt der Reife an keimfähig. In reinem Wasser keimen sie nicht. Setzt man dagegen zu diesem Zuckerlösung, Eiweiss, Traubensaft, Mist u. s. w. oder bringt man sie auf ein entsprechend zusammengesetztes Substrat [1]), so findet man schon einige Stunden nach der Aussaat die Mehrzahl angeschwollen, mehr oder minder kugelig, mit wandständigem Protoplasma und einer centralen Vacuole versehen, und alsbald beginnt das Austreiben von Keimschläuchen nach einer oder zwei Seiten hin. Diese erreichen schon in 24 Stunden eine beträchtliche Länge, nach 48 Stunden sind sie zu einem (auf den Objectträgern meist septirten) Mycelium herangewachsen, von dem sich nun fruchttragende Hyphen, entweder wiederum die beschriebenen Sporangien oder die alsbald zu erwähnende zweite Fruchtform bildend, in die Luft erheben.

Es ist bemerkenswerth, dass die Sporen bei der Keimung ihren Protoplasmagehalt nicht zu Gunsten der Keimschläuche verlieren, sondern lange Zeit und oft andauernd gleich Myceliumfäden mit einer mächtigen wandständigen Protoplasmaschicht versehen bleiben. Hieraus und aus den erwähnten Keimungsbedingungen ist zu schliessen, dass mit dem Anfange der Keimung schon Nahrungsaufnahme und Assimilation eintritt, was, wie unten gezeigt werden wird, in derselben Weise auch bei anderen Mucorinensporen der Fall ist.

Bei den Aussaaten auf Mist entwickeln sich nach 48 Stunden aus dem septirten Mycelium oft nur sehr zarte, kurze, einfache oder wenig verzweigte Fruchtträger, welche auf ihren Enden sehr kleine Sporangien bilden (Taf. XLIII, Fig. 4—10). Diese haben zarte, farblose, meist glatte Membran und entbehren der Columella, sie sind von ihrem Träger durch eine ebene kleine Querwand abgegrenzt und in einigen, allerdings seltenen Fallen war selbst diese nicht zu finden. Sie enthalten nur 2—10 Sporen, welche oft nur schwer keimen, im Uebrigen den oben beschriebenen in allen Stücken, auch in der Grösse gleich sind.

Zwischen den soeben erwähnten kleinen Sporangien und den grossen vielsporigen, mit Columella versehenen lassen sich oft auf einem und demselben Mycelium alle möglichen Uebergangsformen finden (Taf. XLIII, Fig. 10—12). Jene werden daher nicht für besondere typische Reproductionsorgane zu halten sein, sondern nur für Zwerg- oder Krüppelexemplare der ersten, Sporangien bildenden Form von Mucor Mucedo.

Eine wirklich eigenthümliche zweite Form fruchttragender Hyphen unseres Pilzes

---

[1]) Die Aussaaten wurden theils auf den Objectträger, theils in kleine, leicht controlirbare Glasschalen gemacht.

ist dagegen diejenige, welche von Link als Thamnidium, von Corda als Ascophora elegans beschrieben worden ist [1]). Mit diesen Namen sind aufrechte Fruchthyphen unseres Pilzes bezeichnet worden, welche auf ihrer Spitze in der Regel ein Sporangium von der oben beschriebenen Beschaffenheit tragen, in ihrem mittleren oder unteren Theile aber kurze, horizontal abstehende Seitenzweige, die bis 5- und 10 mal gabelig getheilt sind und auf jeder Enddichotomie ein kleines Sporangium (Sporangiolum) tragen. (Taf. XLIV. Fig. I.)

Die Länge der ganzen dichotomen Seitenästchen ist im Vergleich mit den Hauptfäden sehr gering, oft kaum 10mal grösser als der Querdurchmesser der letztern. Die Gabelungen divergiren stumpfwinkelig und die Verzweigungsebenen aufeinanderfolgender Ordnungen schneiden sich unter ungefähr rechtem Winkel. Die Seitenästchen stehen zuweilen einzeln, zerstreut, meistens jedoch zu 2—4—5 wirtelig beisammen, die Wirtel entweder einzeln am Hauptfaden oder zwei und mehrere über einander. Zuweilen findet man den Hauptfaden mit einem solchen Wirtel oder alsdann richtiger einer Art Cyma geendigt, ohne dass diese von einem grossen Sporangium überragt wird. (Vgl. Taf. XLIII, 13, XLIV, 1, 9).

Die den Enddichotomien aufsitzenden Sporangiolen sind kugelrunde, einer ins Innere ragenden Columella stets entbehrende Zellchen mit völlig glatter farbloser und durchsichtiger Membran, welche zwar zart, aber weit dauerhafter als die der stacheligen Sporangien ist, und nach der Reife auch im Wasser oft lange Zeit unverändert bleibt. Die Entwicklung der Sporangiolen ist der der grossen Sporangien im Wesentlichen gleich; in einer jeden werden mehrere Sporen (Gemmen, Gongyli nach Corda) durch Theilung des Protoplasma simultan gebildet, meistens 4, seltener nur 2—3 oder bis zu 6 und selbst 8. Sie füllen zur Zeit der Reife den Innenraum des Sporangiolum locker aus, sind oval und ziemlich constant $^1/_{100}$—$^1/_{80}$ Millm. lang, ihre Struktur ist der von den oben beschriebenen Sporen gleich. Zur Zeit der Reife fallen die Sporangiolen leicht ab, wobei ihre Wand verschlossen bleibt oder unregelmässig aufreisst.

Die sporangiolentragenden Fäden erschienen in unseren Culturen in der Regel erst, nachdem die Entwicklung von nur Sporangien tragenden einige Tage gedauert hatte, und immer in nicht grosser Zahl zwischen den letzteren.

Da beide aus dem gleichen Mycelium entspringen und meist genau die gleichen grossen Sporangien tragen, so liegt die Annahme, dass beide Organe einer und der-

[1]) Link, Observ. in ord. nat. plant. Dissert. I. (1816). Corda, Icon. fungor. Bd. III, Taf. II, Fig. 43.

selben Species sind, sehr nahe. Doch könnte man, nach dem bisher Angegebenen, noch begründete Zweifel hiergegen erheben, zumal da Mucor Mucedo (auch in unseren Culturen) sehr oft nur mit Sporangien und ohne die Thamnidiumform vorkommt, und da Präparate, in welchen beide Formen einem und demselben Myceliumfaden aufsitzen, bis jetzt niemanden gelungen sind.

Durch Aussaat reifer Sporangiolen lassen sich die Zweifel leicht beseitigen. Die Sporangiolensporen keimen in gewöhnlichem Trinkwasser (unter dem Deckglas blieb jedoch die Keimung in dieser Flüssigkeit aus), in den oben erwähnten Flüssigkeiten und auf den Körpern, welche dem spontanen Pilze als Boden dienen. Die Keimungserscheinungen sind, wie schon Bail dargestellt hat (Flora 1857), die nämlichen, wie bei den Sporen der grossen Sporangien. In geeignetem Substrat wachsen die Keimschläuche zu einem Mycelium heran, welches alsbald aufrechte, fruchttragende Fäden bildet, und zwar theils solche mit nur terminalen grossen Mucorsporangien (Taf. XLIV, Fig. 6, 10), theils solche mit endständigen Sporangiolenzweigen (Fig. 7—9), theils Formen mit beiderlei Fructification oder deutlichen Zwischenformen zwischen beiden (Fig. 5). Die Cultur gelingt nicht schwer auf dem Objectträger, zumal in der Pasteur'schen Zuckerlösung, und der ganze Entwicklungsgang lässt sich hier lücken- und zweifellos verfolgen.

Uebergangsformen zwischen den nur einzelne terminale Sporangien tragenden Exemplaren und der typischen Thamnidiumform lassen sich übrigens zuweilen auch in anderen als den reinen Sporangiolumaussaaten finden. Besonders schön beobachteten wir solche bei einem Mucor, welchen uns Dr. Itzigsohn freundlichst mittheilte und welchen wir auf Eiweiss und Eidotter cultivirten (Taf. XLIII, 13—16). Derselbe zeichnete sich hier von dem gewöhnlichen M. Mucedo durch gedrungenern Wuchs, dunklere Farbe der Sporangien und häufig schön violette Columella aus, nahm jedoch auf anderem Substrat, zumal auf Mist, die gewöhnliche Form an und ist daher wohl nur als eine Varietät zu betrachten. In den Eiweissculturen trugen seine aufrechten Fruchthyphen theils nur einzelne terminale Sporangien, theils typische Sporangiolenwirtel, theils hatten sie eine kurze Strecke unter dem grossen endständigen Sporangium einen oder zwei opponirte abstehende Aeste, die einigemal dichotom oder auch trichotom getheilt waren und auf den Zweigenden kleine runde Sporangien trugen. Die reicher verzweigten sahen den Sporangiolenträgern sehr ähnlich. Ihre kleinen Sporangien unterscheiden sich aber von den typischen Sporangiolen durch weit grössere, bis auf 40, 50 und mehr steigende Zahl der Sporen (Fig. 16) und einzelne derselben waren mit einer kleinen Columella versehen.

In Begleitung des mistbewohnenden Mucor Mucedo findet sich öfters eine dritte Pilzform, welche Berkeley und Broome[1]) zuerst als Botrytis Jonesii beschrieben, Fresenius[2]) kürzlich in eine besondere Gattung, Chaetocladium, gestellt haben. Diese Form erscheint — so weit unsere Beobachtungen reichen — gleichfalls erst, wenn die Bildung der Mucorsporangien mehrere Tage gedauert hat und im Abnehmen begriffen ist, entweder gleichzeitig mit der Thamnidiumform oder noch später als diese. Sie tritt vereinzelt, oft aber auch massenhaft auf, in letzterem Falle erhält der Mucorrasen ein durchaus verändertes Ansehen, indem die geraden, aufrechten, stattlichen Sporangienträger theilweise collabiren und zwischen ihnen zahlreiche kürzere und zärtere aufrechte Hyphen von schneeweisser Farbe auftreten, an welchen schon das unbewaffnete Auge bei einiger Uebung eine reiche rispige Verzweigung erkennen kann. (Vgl. Taf. XLIV).

Stärkere Vergrösserung lässt in diesen Fäden einen Stamm unterscheiden, der sich entweder nur an seinem oberen Ende in mehrere Hauptäste gabelt oder von letzteren zwei, drei und vielleicht noch mehr übereinander stehende Wirtel trägt. Die Wirtel bestehen aus 2 bis 6, sehr oft aus drei Aesten (vgl. Fig. 11). Jeder Hauptast theilt sich nach kurzem Verlauf in 3 oder 4 abstehende ausgespreizte Aeste zweiter Ordnung, deren jeder in eine lange borstenförmige Spitze ausläuft und etwa in seiner Mitte einen Wirtel von 2 bis 3 Aestchen dritter Ordnung trägt. Diese sind wiederum borstenförmig zugespitzt und tragen über ihrer Mitte einen meist drei- bis viergliedrigen Wirtel von Aestchen vierter Ordnung, welche kurz, fast rechtwinkelig ausgespreizt und abermals in 2—3 ganz kurze, etwas angeschwollene, unregelmässig wirtelig oder gabelig geordnete Zweiglein getheilt sind. An jedem dieser Endzweige werden auf kurzen Stielchen einige Sporen simultan neben einander abgeschnürt, dieselben können daher als Basidien bezeichnet werden. Jeder Zweig vierter Ordnung bildet durchschnittlich 15 bis 20 Sporen, die in trockenem Zustande sein Ende als ein von der borstenförmigen Spitze überragtes Köpfchen bedecken (vgl. Fig. 11—15). Nimmt man alle Auszweigungen als dreizählig, und auf jedem Aste vierter Ordnung 15 Sporen an, so trägt jeder Hauptfaden nicht weniger als 1215 Sporen.

Es braucht kaum gesagt zu werden, dass von diesem bereits von Fresenius beschriebenen typischen Verzweigungsschema nicht selten einzelne Abweichungen vor-

---

[1]) Ann. Mag. of Nat. history, 2 Ser. vol. 13. pl. XV (1854).

[2]) Beiträge, Seite 97. (1863).

kommen. Besonders endigen zuweilen auch die Zweige dritter Ordnung gleich den quartären mit Basidien und nicht mit einer Borste (Fig. 13).

Der Hauptstamm ist mitsammt seinen Aesten der ersten Ordnungen ein zartwandiger, unseptirter, in seiner Jugend reichliches wandständiges Protoplasma enthaltender Schlauch. Querwände treten regelmässig unter den sporenabschnürenden Enden, zuweilen auch in den borstenförmigen Spitzen auf (Fig. 12, 14, 15).

Die reifen Sporen sind kugelrund, meist $\frac{1}{150}$—$\frac{1}{127}$ Millim. gross, einzelne noch grösser ($\frac{1}{95}$). Ihre Membran ist dünn, zart und bei manchen Exemplaren glatt und farblos, bei andern, wie sie auch Fresenius beschreibt, durchscheinend bräunlich und auf der Oberfläche äusserst fein punktirt-warzig. Sie umschliesst einen stark lichtbrechenden, farblosen, homogenen oder bei ganz starker Vergrösserung sehr feinkörnigen Protoplasmakörper (Fig 16).

Die Sporen der Botrytis Jonesii sind von ihrer Reife an keimfähig. Säet man sie in Wasser aus, so bleiben sie selbst Wochen- und Monate lang total unverändert. Auf eine der bei den obigen Keimungsbeschreibungen genannten Flüssigkeiten gesäet (die besten Resultate wurden mit Traubensaft erhalten) sinken sie in den ersten 12 bis 24 Stunden zu Boden, schwellen auf etwa das doppelte ihrer ursprünglichen Grösse an, in ihrer Mitte erscheint eine grosse Vacuole (vgl. Fig. 17). Nach weiteren 12 bis 24 Stunden findet man sie noch bedeutend vergrössert, aus der kugelförmigen in birnförmige, längliche u. s. w. Form übergegangen und die Austreibung von Keimschläuchen beginnend (vgl. Fig. 18—20). Diese wachsen, in derselben Weise wie es für die oben besprochenen Formen angegeben wurde, binnen 1—2 Tagen zu reich verästelten Myceliumfäden aus, welche denen von Mucor Mucedo völlig gleichen und alsbald aufrechte, auf ihrer Spitze Mucor-Sporangien bildende Zweige treiben. Diese letzteren sowohl, wie ihre Träger, haben genau die oben für Mucor Mucedo beschriebenen Eigenschaften.

Wir erhielten aus der Botrytis-Aussaat nie andere Exemplare als solche mit typischen grossen Mucor-Sporangien. Die Entwicklung dieser Exemplare aus den Botrytissporen liess sich auf dem Objectträger leicht durch alle Stadien verfolgen. Es ist daher unzweifelhaft, dass Botrytis Jonesii nicht ein Begleiter, sondern eine dritte Fructificationsform des Mucor Mucedo ist, welche den vorliegenden Daten zufolge nur dann zur Entwicklung kommt, wenn dieser Pilz auf Mist vegetirt.

Im Anschlusse an die bei den Pilzen anderweitig gebräuchliche Terminologie (vgl.

Flora 1862 p. 64) würden die von diesen Fructificationsorganen abgeschnürten Sporen als Conidien zu bezeichnen sein.

Nach dem Mitgetheilten ist nicht zu bezweifeln, dass bei dem spontanen Mucor Mucedo die Conidienträger mit den Sporangienträgern aus demselben Mycelium entspringen. Präparate, an welchen dieses direct sichtbar gewesen wäre, konnten wir aus dem dichten Gewirr zarter Hyphen, welches die Basis älterer Mucorrasen bildet, nicht darstellen, und Fruchthyphen, welche gleichzeitig Conidien und Sporangien tragen, konnten wir so wenig wie Fresenius auffinden.

Bail[1]) und Zabel[2]) haben für Mucor Mucedo ferner Gonidien beschrieben. In alten Fäden, zumal solchen, deren Inhalt grossentheils zur Sporangienbildung verwendet worden ist, sammelt sich das Protoplasma in kurze Querzonen an, die sich durch Querwände zu allmählich ziemlich derbwandig werdenden Zellen abgrenzen. Diese Zellen liegen meist einzeln und zerstreut in der Continuität der alten, leeren und collabirten Fäden. Ebenfalls ziemlich derbwandige, von Protoplasma strotzende cylindrisch-eiförmige Zellen bilden sich oft in langen Ketten durch gewöhnliche Zelltheilung an den Zweigenden solcher Mycelien, bei denen die Bildung der Sporangienträger gehindert ist, sei es durch unzureichende Ernährung oder besonders durch Abschluss der Luft. Berkeley hat solche Zustände schon 1838 (Magaz. of Zool. and Bot. Vol. II, p. 340) für eine jedenfalls dem M. Mucedo wenigstens nahestehende Form beschrieben. In günstige Medien gebracht, wachsen die beiderlei eben erwähnten Zellen zu einem Sporangien bildenden Mucormycelium aus. Die beschriebenen Zellen dürften kaum den typischen Fortpflanzungsorganen zuzurechnen sein, eher vielmehr accessorischen Brutknospen höherer Gewächse vergleichbar. Sie mögen daher, und um Verwechselung mit den Conidien zu vermeiden, statt Gonidien Brutzellen genannt werden. (Vgl. Taf. XLIV, Fig. 21, 22.)

Bei der Untersuchung der Entwicklungsgeschichte von Mucor Mucedo waren zwei weitere Fragen zu prüfen. Bail[3]) hat erstlich behauptet, aus den in gährungsfähige Zuckerlösungen ausgesaeten Brutzellen des Mucor Mucedo Fres. entwickelten sich die Zellen des Hormiscium Cerevisiae, der Bierhefe. Und er ging zweitens später noch viel weiter, indem er angab, Bierhefe, Mucor Mucedo, Achlya, Saprolegnia sammt Entomophthora Muscae Fres. (Empusa Muscae Cohn) seien alle nur

[1]) Flora 1857 p. 417.

[2]) Einiges über die Gonidien der Pilze. Mélanges biolog. St. Petersbourg. T. III.

[3]) Flora 1857 l. c, und Verhandl. d. D. Naturforschervers. zu Königsberg.

Formen einer Species: die Hefezellen werden von den Stubenfliegen gefressen, entwickeln sich in der Leibeshöhle dieser zu den blasigen Schläuchen, welche man durch Cohn und Lebert als die Anfänge von Entomophthora kennt, und je nachdem die Fliege, welche diese enthält, in Wasser oder auf einen feuchten, von Luft umgebenen Boden kommt, wachsen jene Schläuche zu Achlya und Saprolegnia oder (je nach ihrem Alter) zu Mucor und Entomophthora aus.

Was die erste dieser Behauptungen betrifft, so bedauern wir, trotz einiger bestätigenden Aeusserungen von anderer Seite, unsererseits nur negative Resultate berichten zu können. In zahlreichen und mannichfach variirten Aussaaten von Mucorsporen ist es uns nie gelungen, die Entwicklung von Gährung erregenden Hefzellen aus diesen Organen sicher zu constatiren. Von der zweiten Bail'schen Angabe ist jeder einzelne Satz besonders zu prüfen und zu beurtheilen.

Dass erstens die jugendlichen Schläuche der Entomophthora Muscae in Wasser zu Achlya prolifera Nees oder anderen grösseren Saprolegnieen auswachsen, während sie sich in der Luft zu den nach dem Tode des Thieres aus der Körperoberfläche hervorbrechenden sporenabschürenden kurzen Fäden entwickeln, welche Cohn, Lebert und Fresenius beschrieben haben, ist von Cienkowski (Bot. Zeitg. 1853) bereits angegeben worden. Woronin konnte die Richtigkeit dieser Angaben bestätigen.[1]). Entomophthora Muscae stellt hiernach einen Entwicklungszustand von Achlya prolifera, und wohl die ganze Reihe der Entomophthora-Formen Entwicklungsglieder der verschiedenen Saprolegnieenspecies dar. Die vollständige Verfolgung ihres Entwicklungskreislaufes bleibt ferneren Untersuchungen vorbehalten.

Was zweitens die Verwandlung der Hefezellen in Entomophthoraschläuche betrifft, so findet man jene reichlich im Schlunde, Magen und Darm der Fliege, wenn man diese reichlich mit Hefe gefüttert oder Hefe anderweitiger Nahrung beigemengt hat. Aber die Hefezellen blieben in unseren Versuchen Hefezellen; auch nach wochenlanger Cultur und Zucht konnten wir sie weder in dem lebenden noch in dem getödteten, in Wasser oder auf feuchten Boden gebrachten Thiere zu Entomophthora- oder Achlya- oder Mucorschläuchen auswachsen sehen. Es wäre zwecklos, alle einzelnen Versuche ausführlich zu beschreiben, da alle das nämliche negative Resultat ergeben haben.

---

[1]) Ich referire dieses einfach, weil ich an der betreffenden Untersuchung nicht Theil genommen habe.
d. By.

Der dritte Satz, demzufolge Mucor Mucedo so zu sagen nur eine Luftform, von Achlya prolifera sein soll, wurde nach Feststellung der so eben mitgetheilten negativen Resultate auf zweierlei Wegen weiter geprüft. In einer Reihe von Versuchen wurden Sporangium- und Sporangiolum- (Thamnidium-) Sporen des Mucor Mucedo auf frisch getödtete, Entomophthorafreie Fliegen gesäet, welche in reinem, vorher ausgekochtem Wasser lagen, und dafür gesorgt, dass die Sporen unter Wasser keimten. Resultat immer nur Mucormycelium, das unter Wasser steril blieb oder Brutzellen entwickelte, nie Achlya. Dasselbe Resultat ergab eine Reihe von Versuchen, welche sich von den ersten nur dadurch unterschied, dass die Mucorsporen nicht auf Fliegen gesäet, sondern in Collodiumsäckchen eingeschlossen ins Wasser versenkt wurden. Die Säckchen enthielten theils nur Wasser, theils Eiweiss, Amylum u. s. w.

Umgekehrt wurde ferner gefragt: Kann Achlya die Form von Mucor Mucedo annehmen unter denjenigen äusseren Bedingungen, welche der Entwicklung des letzteren besonders günstig sind? Fliegen, auf welchen in Wasser die Entwicklung von Achlya eben begann, wurden zu wiederholten Malen auf gut ausgekochten Mist von Kaninchen und Meerschweinchen gebracht und unter Glasglocken in feuchter Atmosphäre gehalten. Die Achlyaschläuche trieben zahllose Zweige, welche sich in dem Miste kriechend ausbreiteten, auch einzelne aufrechte Aeste in die Luft treten liessen, aber während der durchschnittlich einen Monat lang fortgeführten Culturen durchaus steril blieben und zuletzt abstarben.

In Pasteur'sche eiweisshaltige Zuckerlösung wurden theils auf Objectträgern, theils in Glasschälchen, reife Oosporen von Achlya [1]) gesäet. Schon nach 24 Stunden reichliche Keimung, und zwar theils Austreibung von Keimschläuchen, theils Bildung von Schwärmsporen, welche schnell zu Ruhe kamen und keimten. Beiderlei Keimschläuche wuchsen nun beträchtlich in die Länge, trieben zahlreiche schlanke Zweige, blieben aber arm an Protoplasma und stets durchaus steril.

Endlich darf nicht unerwähnt bleiben, dass in unseren Versuchen einigemal auch auf Achlya tragenden oder nicht besäeten Fliegen Mucor Mucedo mit Sporangien und zuweilen auch Sporangiolen auftrat, wenn sich dieselben in feuchter Luft befanden. Es war aber in allen diesen Fallen nachweisbar, dass die Entwicklung seines Myceliums aussen auf der Fliege begann und nicht aus im Innern befindlichen Entomophthora-

---

[1]) Ob von Achlya prolifera Nees oder einer nächstverwandten Form war nicht völlig genau bestimmbar; nach Bail ist dies ja aber gleichgultig.

oder Achlya-Schläuchen hervorging, und die ganze Erscheinung leicht zu erklären, da sie in einem zahlreiche Mucorculturen enthaltenden Lokale stattfand.

Nach allen diesen Thatsachen wird es wohl erlaubt sein, die Saprolegnieenformen und Entomophthoren aus dem Entwicklungskreise unseres Mucor Mucedo auszuschliessen. Es bleiben für denselben die drei beschriebenen Formen übrig, die Sporangientragende, die Sporangiolentragende, die Conidienträger nebst den Brutzellen.

Die Bedenken, welche Fresenius früher über Thamnidium, Chaetocladium und ihre Beziehungen zu Mucor Mucedo aussprach, sind durch das Mitgetheilte erledigt worden (vgl. Bot. Zeitung 1864 p. 154). Dafür fragt es sich aber jetzt, ob jener dritte Begleiter der typischen Sporangienträger, dessen Fresenius in seiner eben citirten Mittheilung erwähnt, nicht auch, als vierte Fruchtform, in den Entwicklungskreis des Mucor Mucedo gehört. Wir fanden diese Pilzform zweimal in wenigen vereinzelt stehenden Exemplaren und zwar beidemale bei einer Cultur auf Pferdemist, bei welcher Sporangien- und Conidienträger schon grösstentheils überreif und vertrocknet waren. Wie Fresenius schon zum grössten Theile beschrieben hat, erheben sich von dem Substrat aufrechte, erst farblose, dann (durch Färbung ihrer Membran) hellbraune Fäden, deren von unten nach oben an Dicke zunehmender und bis über 5 Millim. langer Hauptstamm sich 6—8 Mal dichotom theilt. Die Gabelungen jeder höheren Ordnung sind beträchtlich kürzer als die der vorhergehenden, ihre Verzweigungsebene schneidet die vorhergehende nahezu rechtwinkelig. Unter den Gabelungsstellen, auch wohl hie und da in den primären Aesten und dem Hauptstamme stehen öfters, doch nicht immer, Querwände. Die oft sehr kurzen letzten Dichotomieen tragen auf ihren Enden sämmtlich eine durch eine Querwand abgegrenzte Zelle — Basidie — von breit-obconischer, daher im Profil dreieckiger Gestalt. (Taf. XLIII. Fig. 17, 18.)

Die obere Fläche dieser Basidie ist an ihrem Rande unregelmässig ausgebuchtet und stumpflappig eingeschnitten, und dicht besetzt mit radial divergirenden, zusammen ein strahliges Köpfchen bildenden Sporenreihen. Jede der letzteren bestand in den untersuchten Exemplaren aus vier, drei oder zwei Sporen von länglich-cylindrischer Form (Länge $\frac{1}{250}$—$\frac{1}{120}$ Mm., Breite $\frac{1}{380}$—$\frac{1}{300}$ Mm.).

Mit der Reife fallen die Sporen ab; da nur reife Exemplare zur Untersuchung kamen, ist es daher wohl möglich, dass die Reihen ursprünglich immer aus mehr als 3 oder 2 Gliedern bestehen. Noch leichter als die Sporen trennt sich die Basidie selbst von ihrem Träger los. Bringt man ganz reife Exemplare in Wasser, so findet man daher oft sämmtliche Basidien in der Flüssigkeit zerstreut, theils noch ihre Sporen

tragend, theils ohne diese oder nur noch mit vereinzelten Sporen oder Reihen besetzt, die Enddichotomien aber abgerundet oder abgestutzt endigend (vgl. Fig. 17, 18).

Die Entwicklung dieser sonderbaren Pilzform konnte bis jetzt nicht verfolgt werden; mehrfache Versuche, ihre Sporen zur Keimung zu bringen, blieben resultatlos; auch eine genaue Untersuchung des Myceliums war bis jetzt nicht möglich. Ein organischer Zusammenhang mit einem der oben beschriebenen Fortpflanzungsorgane des Mucor Mucedo konnte, wie auch Fresenius angibt, nicht gefunden werden. Es muss somit zur Zeit dahingestellt bleiben, ob der Fresenius'sche Pilz zu Mucor Mucedo gehört oder nicht, und mag derselbe einstweilen mit einem besonderen Namen, Piptocephalis Freseniana benannt werden.

II. Mucor stolonifer.

(Tafel XLIII, Fig. 20—22 und Tafel XLV.)

Ein ebenso verbreiteter Pilz wie Mucor Mucedo ist als Rhizopus nigricans Ehrbg. (Epist. de Mycetogen.), Ascophora Mucedo Tode, Mucor stolonifer Ehrbg. (Silv. Mycolog.) bekannt. Er sei hier mit dem letztgenannten Namen bezeichnet, weil dieser eine Haupteigenthümlichkeit desselben anzeigt und zugleich die Species in die Gattung Mucor stellt, von der, wie Fresenius schon vor 15 Jahren gezeigt hat, die Genera Rhizopus und Ascophora dermalen nicht getrennt werden können.

Mucor stolonifer bewohnt todte oder absterbende organische Körper verschiedenster Art; am schönsten entwickelt er sich auf fleischigen Früchten, welche unter der Einwirkung seiner Vegetation rasch in Fäulniss übergehen.

Aus den keimenden Sporen entwickeln sich reichverästelte, wellig gebogene, meist unseptirte Myceliumschläuche, welche sich in und auf dem organischen Substrate ausbreiten. Bei normal entwickelten Exemplaren erheben sich von dem Mycelium dicke aber zartwandige Aeste, Stolonen, welche aus bogig aufsteigender Basis eine der Oberfläche des Substrats ungefähr parallele Richtung annehmen, ihre Spitze aber wiederum gegen dieses hinneigen; oder, dem Substrat locker anliegend, kriechend über dasselbe hinwachsen, oder endlich, wo sie keine feste Stütze finden, senkrecht in die Luft hinabhängen. Die Stolonen erreichen eine Länge von 1—3 Cm. und darüber; sie sind einfach oder mit zerstreuten Aesten versehen, oder, zumal bei bedeutender Länge, in zwei bis mehrere strahlig divergirende Gabeläste getheilt. (XLV, 1.)

Die Sporangienbildung findet an den auf das Substrat geneigten Enden der Stolonen statt. Hinter der anfangs stumpf abgerundeten Spitze des Stolo treten dicht bei einander stehende Zweiganlagen auf, je nach der Kräftigkeit der Exemplare in verschiedener Zahl. Eine Anzahl dieser Zweige, und zwar solche, die seitlich und auf der Unterfläche entspringen, wachsen, nebst dem Ende des Stolo selbst zu Wurzelhaaren aus, reich dichotomen oder zerstreut ästigen kurzen Schläuchen, deren Endramificationen haarförmig ausgezogen und dem Substrat fest angelegt sind. Die Wurzelhaare bilden miteinander ein oft sehr dichtes reichfädiges Büschel. Andere, auf der Oberfläche des Stolo über oder dicht hinter dem Wurzelbüschel entspringende, gleichzeitig mit den Wurzelhaaren oder wenig früher angelegte Aeste entwickeln sich theils zu Sporangienträgern,

theils wieder zu Stolonen. Jene erheben sich senkrecht oder spitzwinklig zu der Fläche des Substrats in Form durchaus einfacher, meist 2—3 Millim. hoher, straff aufrechter Schläuche, die auf ihrem Scheitel ein Sporangium bilden. Ihre Zahl beträgt auf einem Stolonenende bei kräftigen Exemplaren meist 3—5, oft auch nur 1—2, manchmal 6—10; wo mehrere vorhanden sind, entspringen sie immer ganz dicht bei einander und divergiren spitzwinklig. Die Stolonen höherer Ordnung entspringen unmittelbar neben oder zwischen den Sporangienträgern, einzeln oder zu 2 und selbst 3, sie verhalten sich wie für die Stolonen im Allgemeinen angegeben wurde, ihr Ende bildet wiederum ein Wurzelbüschel und Sporangienträger; sehr oft werden die beiden letztgenannten Organe ohne neue Stolonen von einem Stolonenende erzeugt (vgl. XLV, 1).

Die Stolonen wachsen keineswegs nur über das von dem Mycelium bewohnte und dem Pilz Nahrung gebende Substrat, sondern vielmehr über jeden beliebigen festen Körper hin. Der Pilz kann sich daher weit über den Ort seiner eigentlichen Vegetation hinaus ausbreiten.

Ausser diesen charakteristischen Verzweigungen entspringen immer auch einzelne Sporangienträger direct von den Myceliumfäden. Sie sind den von den Stolonen getriebenen gleich oder höchstens hier und da an der Basis mit einem Zweige versehen. Schlecht ernährte kümmerliche Exemplare haben diese solitären Sporangienträger oft ausschliesslich oder vorzugsweise, und wenige oder keine Stolonen. Auch an solchen Stolonen, die in die Luft hinabhängen, werden Sporangien auf einzelnen zerstreuten Zweigen gebildet.

Der Bau der Stolonen ist der eines zartwandigen, in der Jugend protoplasmareichen unseptirten Schlauches. Die Wurzelhaare zeigen in der Jugend die nämliche Beschaffenheit, später oft zahlreiche Querwände und, zumal an der Basis, verdickte, braun gefärbte Membran.

Die Sporangiumtrager sind einfache, querwandlose Schläuche. Ihre Spitze schwillt zu dem kugeligen Sporangium an, welches bei kräftigen Exemplaren einen Durchmesser von ¼ Mm. bis ⅓ Mm., bei schwachen manchmal nur $\frac{1}{35}$ Mm. erreicht und sich durch eine hoch-kuppelförmige, manchmal fast kugelige, bei kümmerlichen Exemplaren weniger gewölbte Querwand oder Columella von seinem Träger abgrenzt. (XLIII, 20). Die Insertionslinie dieser in die Aussenwand liegt bei der in Rede stehenden Species stets etwas über dem Punkte, wo die kuglige Anschwellung des Trägers beginnt, letztere ist somit unter dem Sporangium zu einer breit-obconischen Apophyse verbreitert. Diese durchaus constante, auch nach dem Zerfallen des Sporangiums und an den kümmerlichsten

Exemplaren erkennbare Eigenthümlichkeit unterscheidet den Mucor stolonifer von den meisten mir bekannten Mucorinen, besonders Mucor Mucedo. Die Aussenwand des Sporangiums erscheint schon frühe ziemlich grob körnig-warzig, zuerst farblos, später diluirt schwärzlich blau (die Farbe von blasser Galläpfeltinte). Der Raum zwischen ihr und der Columella wird von einer wie es scheint homogenen, feinkörnigen, in reflectirtem Licht weissen oder blassgelblichen Protoplasmamasse ausgefüllt, welche, soweit dies bei der Dicke und Undurchsichtigkeit der Sporangien erkannt werden kann, simultan in zahlreiche, zu mehreren unregelmässig concentrischen Schichten geordnete Sporen zerfällt. Die Zahl dieser beträgt bei kümmerlichen Exemplaren nur etwa 20 bis 40, bei starken jedenfalls einige Hundert. Mit der Reife der Sporen nimmt das Sporangium eine (von den Sporenmembranen herrührende) schwarze Farbe an; die anfangs farblose, durch Jod und Schwefelsäure nie blau werdende Wand des Trägers und der Columella wird ziemlich beträchtlich verdickt, rigid, hellbraun oder diluirt blauschwarz, die Aussenwand des Sporangiums zerfällt, auch im nicht befeuchteten, völlig unversehrten Zustande; bringt man sie in Wasser, so vertheilen sich ihre Körnchen und Wärzchen in diesem, die hyaline Substanz, welche ursprünglich zwischen diesen liegt, wird völlig unkenntlich. Die Insertionslinie der Aussenwand bleibt, wie schon oben angedeutet wurde, über der Apophyse sichtbar (XLV, 4).

Sporangium und Columella sind im feuchten Zustande prall angeschwollen und von der angegebenen Kugel- und Kuppelform. Bei Abnahme des Wassergehalts durch Verdunstung oder wasserentziehende Reagentien (Glycerin, Alkohol) collabiren beide miteinander, oder nach Abfallen des Sporangiums und der Sporen der Columella für sich allein, derart, dass sie die Form eines dem Träger aufsitzenden, stumpfrandigen Agaricushutes erhalten — eine Erscheinung, die bei allen uns bekannten Mucorinen wiederkehrt, vielfach beschrieben und missverstanden, und unseres Wissens zuerst von Fresenius klar dargestellt worden ist.

Die reifen Sporen (XLIII, 21) sind kugelig oder breit oval, oft mit einer oder zwei spitzigen Kanten oder Ecken versehen. Ihre Grösse ist ziemlich ungleich in demselben Sporangium und etwa zwischen $\frac{1}{155}$ Mm. und $\frac{1}{60}$ Mm. schwankend. Ein Grössenunterschied zwischen solchen die in kleinen oder die in kräftigen Sporangien gebildet sind, ist nicht zu bemerken. Sie besitzen einen homogenen farblosen Protoplasmakörper und eine dünne, aber deutlich in Endo- und Episporium gesonderte Membran. Jenes ist eine sehr zarte homogene farblose, das Protoplasma umschliessende Haut; das Episporium ist gleichfalls sehr dünn, aber fest, an der einzeln betrachteten Spore diluirt blaugrau gefarbt und mit

feinen meridianartig verlaufenden Streifchen gezeichnet, welche bei Behandlung mit Schwefelsäure deutlich als zarte nach aussen vorspringende Leistchen erkennbar sind.

Die Keimfähigkeit der Sporen dauert, soweit die Erfahrungen reichen, vom Augenblick der Reife an ohngefähr ein Jahr lang; viele sind nach Ablauf dieser Frist schon nicht mehr zur Keimung zu bringen. Auch die keimfähigsten Exemplare bleiben im Wasser unverändert, ebenso in reiner Rohrzuckerlösung. In Pasteurscher Lösung und auf den Körpern, welche der fruchttragende Pilz bewohnt, keimen sie bei hinreichender Feuchtigkeit leicht schon nach wenigen Stunden. Wie die Bedingungen so entsprechen auch die Entwicklungserscheinungen bei der Keimung den oben für Mucor Mucedo beschriebenen. Das Episporium wird von dem anschwellenden und die Keimschläuche direct austreibenden Endosporium gesprengt (XLIII, 21).

Mucor stolonifer besitzt eine zweite Art von Fortpflanzungsorganen, nämlich Zygosporen, deren Bau und Entwicklung denen von Syzygites megalocarpus sehr ähnlich sind. Ihre Beschreibung kann daher mit Verweisung auf die in der ersten Reihe dieser Beiträge (pag. 74) von Syzygites gegebene kurz gefasst werden. Vorausgeschickt sei derselben die Angabe, dass die Zygosporen unseres Mucor in dem Freiburger botanischen Laboratorium von Herrn A. Janowitsch zuerst gefunden worden sind. (Vgl. Taf. XLV.)

Ihre Bildung findet an cylindrischen, niederliegenden, unregelmässig verästelten Schläuchen statt, welche den Stolonen ähnlich von dem Mycelium ausgehen. Die Zweige derselben schieben sich ordnungslos zwischen- und übereinander und die Zygosporen entwickeln sich an ihren Berührungs- und Kreuzungsstellen. Hier treibt zuerst ein Schlauch eine kurze cylindrische seitliche Ausstülpung senkrecht gegen den andern; dieser treibt eine ebensolche da wo er von der ersten berührt wird. Beide Ausstülpungen erhalten alsbald gleiche, den Querdurchmesser der Schläuche zunächst nicht übertreffende Grösse, richten sich nahezu geradlinig gegeneinander und verwachsen miteinander fest in ihren breiten etwas abgerundeten Endflächen. Diese Verbindung beibehaltend vergrössert sich eine jede zu einer Copulations- oder Fruchtkeule, beide stellen zusammen einen spindelförmigen um die Berührungsfläche etwas eingeschnürten Körper dar, welcher quer zwischen den zwei copulirenden Schläuchen steht und diese in dem Maasse als er wächst von einander entfernt. Häufig biegen sich die Schläuche gegen die Keulen hin leicht knieförmig ein. (Fig. 2.)

Die Keulen erreichen eine bedeutende Grösse, sie bleiben zunächst mit ihren Trägern in offener Communication und von diesen aus strömt langsam reichliches Protoplasma in sie ein, welches entweder gleichförmig gelblich oder von grösseren gel-

ben Oeltropfen durchsät ist und, soweit dies entschieden werden kann, wenigstens den Gipfel der Keule vollständig ausfüllt. Beide Keulen eines Paares sind zunächst entweder gleich gross oder zeigen durchaus unbeständige Grössenunterschiede.

Zuletzt grenzt sich das gegen die andere gekehrte breite Ende jeder Keule von ihrem unteren kegelförmigen Theile (Suspensor) durch eine Querwand zur gerundet cylindrischen Fruchtzelle oder Copulationszelle ab. Die Querwand wird angelegt als ein ringförmige, sich zur kreisförmigen Lamelle centripetal verbreiternde und schliessende Leiste; die Abgrenzung der beiden Copulationszellen eines Paares erfolgte in den beobachteten Fällen nicht ganz gleichzeitig. In der weitaus grösseren Mehrzahl der Fälle sind beide Copulationszellen eines Paares ungleich gross: die eine so hoch wie breit, die andere nur etwa halb so hoch. Ein dieser Differenz entsprechender Grössenunterschied der beiden Suspensoren ist, wie schon aus dem oben angegebenen hervorgeht, zunächst nicht immer wahrzunehmen. (Fig. 3, 5—7.)

Die nächste Veränderung besteht darin, dass die Querwand zwischen beiden Copulationszellen, die den Endflächen der ursprünglichen Keulen entspricht, aufgelöst wird und verschwindet, und zwar wie bei Syzygites megalocarpus von der Mitte gegen den Rand hin fortschreitend (Fig. 3, 7). Beide Copulationszellen verschmelzen somit zu einer Zygospore. Diese hat zunächst eine tonnenförmige Gestalt. Ihre an die Suspensoren angrenzenden Endflächen sind eben oder leicht nach aussen gewölbt, ihre Seitenwand leicht convex. und die der Berührungsstelle der ursprünglichen Keulen entsprechende Einschnürung an derselben noch eine Zeit lang erkennbar; auch von der früheren Zwischenwand bleibt der peripherische Theil nicht selten in Form einer schmalen Ringleiste erhalten. Die Zygospore nimmt nun noch etwa um das zwei- bis dreifache im Volumen zu und erhält allmählich ziemlich regelmässige Kugelform, ihr Durchmesser beträgt zuletzt bei starken Exemplaren meist ⅙ Mm. bis ⅕ Mm. Individuelle Verschiedenheiten sind jedoch zahlreich, auch kommen nicht selten viel kleinere vor, welche die ursprüngliche Tonnenform beibehalten. Der Inhalt der Zygospore nimmt in gleichem Maasse wie das Volumen an Menge zu. Er bleibt immer eine dichte grobkörnige, und mit vielen grossen farblosen oder gelben Oeltropfen durchsetzte Protoplasmamasse. Die Anfangs einfache und farblose Membran der Zygospore verdickt sich beträchtlich und sondert sich wie bei Syzygites in zwei Häute: eine derbe, anfangs schwarzblaue zuletzt schwarzbraune und undurchsichtige Aussenhaut, die auf den Endflächen glatt, auf der Seitenfläche mit dicken stumpfen unregelmässigen, innen ausgehöhlten warzenförmigen Vorsprüngen bedeckt ist; und eine farblose, dicke geschichtete Innenhaut, welche wie

bei Syzygites auf der Seitenwand Warzen trägt, die in die Aushöhlungen der Aussenhaut eingepasst sind. Eine innerste dünne Schicht der Innenmembran ist von den übrigen besonders scharf abgesetzt (vgl. Fig. 4, 8, 9.)

Mit der Zygospore nehmen ihre beiden Suspensoren an Grösse zu und zwar in sehr ungleicher Weise. Der ursprünglich an die grössere Copulationszelle grenzende wächst nur wenig, behält kegelige Form und zarte farblose Membran. Der andere, der kleineren Copulationszelle entsprechende schwillt zu einer kugeligen der Zygospore oft nahezu gleich grossen Blase an, die dem tragenden Schlauche mittelst eines schmalen cylindrisch-kegelförmigen Stieles ansitzt, lange Zeit reichliches wandständiges Protoplasma enthält, und deren Membran erst diluirt blauschwarze, dann hellbraune Farbe und punktirt-körnige Oberfläche annimmt. In beiden Suspensoren, zumal dem grossen, tritt später oft, doch keineswegs immer eine Querwand auf, in beiden trocknet das Protoplasma zuletzt der Wand an.

Kleine schwächliche Zygosporen machen von der beschriebenen Regel oft in sofern eine Ausnahme, als zu keiner Zeit zwischen den beiden Suspensoren ein Grössenunterschied besteht.

Azygosporen, wie sie bei Syzygites häufig sind, wurden bei der in Rede stehenden Species unter Tausenden von Zygosporen niemals beobachtet.

Die Zygosporen kommen theils ganz vereinzelt, theils in grosser Zahl und dicht bei einander an ihren Tragfäden vor, und sind oft die einzigen von diesen entwickelten Fortpflanzungsorgane. Zuweilen treiben jedoch jene, gleichzeitig mit der Zygosporenbildung oder nachher, einzelne Sporangienträger von der oben beschriebenen typischen Beschaffenheit und manchmal treten diese dicht neben den Suspensoren auf. Fälle dieser Art, von denen einer in Fig. 4 abgebildet ist, sind geeignet um jeden etwaigen Zweifel an dem Zusammengehören von Sporangien und Zygosporen zu beseitigen.

Die ganze Entwicklung einer Zygospore ist innerhalb 24 Stunden vollendet; an kräftigen Exemplaren werden oft mehrere Tage lang immer neue von den neuentstehenden Zweigen der Tragfäden gebildet.

Ihre Keimung konnte bis jetzt nicht beobachtet werden, weder an frisch gereiften, noch an Exemplaren, welche einige Wochen, Monate und selbst über ein Jahr lang rein und trocken aufbewahrt worden waren.

Die Zygosporenbildung von Mucor stolonifer wurde beobachtet in den Monaten Mai, Juni und Juli bei heisser und warmer Witterung und in Culturen des Pilzes auf fleischigen, reifen und besonders unreifen Früchten (Kirschen, Stachelbeeren, Johannis-

beeren, Vogelbeeren) sowie auf Brot. Auf anderem Substrat und zur Winterszeit wurden nur Sporangien beobachtet.

Erzieht man den Pilz aus seinen Sporen, so treten entweder zuerst Sporangienträger und Stolonen auf und später erst, unterhalb des von diesen gebildeten weissen Filzes, die zygosporenbildenden Fäden. Diese Succession fand sich in allen grösseren, an freier Luft oder unter geräumigen Glasglocken stehenden Culturen. Die Oberfläche bedeckt sich zunächst mit den erstgenannten Organen, und nachher treten unter diesen, zumal in den Zwischenräumen zwischen den einzelnen Frucht- oder Brotstückchen und auf der unteren Seite dieser die Zygosporen auf, theils für sich allein, theils mit einzelnen Sporangienträgern.

Umgekehrt trieb das Mycelium sofort zygosporenbildende Fäden, welche gleichzeitig mit den Copulationsorganen oder erst nach diesen einzelne Sporangienträger entwickelten, wenn die Culturen in einem engen abgeschlossenen Raume, theils in v. Recklingshausen's feuchter Kammer auf dem Objectträger [1]) theils in kleinen fest verschlossenen Reagenzgläsern gehalten wurden. Diese Beobachtungen machen es möglich, über die für die Zygosporenbildung förderlichen äusseren Bedingungen wenigstens eine Vermuthung zu begründen. Da der Pilz und das sich unter seiner Einwirkung zersetzende Substrat aus der umgebenden Luft Sauerstoff absorbiren und Kohlensäure abgeben, so muss sowohl unter dem Geflecht von Sporangiumträgern und Stolonen der grösseren Culturen, als auch in dem abgeschlossenen engen Raume die Luft sauerstoffärmer werden als das atmosphärische Gasgemenge; und dieser Umstand dürfte, wahrscheinlich indem er den Oxydationsprocess in dem Pilze verlangsamt, der für die Zygosporenbildung massgebende sein, denn stoffliche Zusammensetzung des Substrats, Wasserzufuhr und wohl auch Temperatur waren in den offenen Culturen die gleichen wie in dem abgeschlossenen Raume

Schliesslich mag noch auf eine physiologische Eigenthümlichkeit des Mucor stolonifer aufmerksam gemacht werden, nämlich den schon von Spallanzani [2]) erwähnten gänzlichen Mangel geocentrischer oder durch Lichteinwirkung verursachter Krümmungen. Die Stolonen verbreiten sich immer in der beschriebenen Weise über das Substrat und

---

[1]) Vgl Virchows Archiv, Bd. 28. 1863. p. 162. Eine auf dem Objectträger (am besten einer mattgeschliffenen und an der Aufsetzungsstelle gefetteten Glasplatte) fest aufsitzende, kurze weite Glasröhre, die oben mit dem Tubus des Mikroskops durch einen Kautschukschlauch so verbunden wird, dass Objectiv und Object zusammen in dem engen Raume eingeschlossen sind. Je nach Bedarf wird die Glasröhre mit feuchtem Löschpapier ausgekleidet.

[2]) Opusc. physiol. ed. Sénébier. Tom. II. p. 398.

die Sporangienträger stehen immer senkrecht, oder wenn mehrere divergirend von einem Stolonenende ausgehen, spitzwinklig zu seiner Oberfläche, bei jeder beliebigen Stellung und Beleuchtung, auch bei völligem Lichtabschluss. Die Sporangienträger von Mucor Mucedo zeigen dagegen sehr entschiedene geocentrische Aufwärtskrümmungen und Neigung ihres oberen Endes gegen einseitig einfallende Lichtstrahlen. Sie sind krümmungsfähig in jugendlichem Zustande, bis zur Bildung des Sporangiums. Ist diese vollendet, so strecken sie sich noch bedeutend in die Länge, oft noch um mehr als das doppelte der ursprünglichen Grösse, und mit der Streckung erlischt die Krümmungsfähigkeit.

Auf das Mitgetheilte beschränken sich unsere Beobachtungen über die Mucor stolonifer. Von den Organen, welche als dessen Pycniden, Conidien und Chlamydosporen durch Coemans [1]) beschrieben sind, haben wir die letztgenannten allerdings auch manchmal beobachtet, sie entsprachen den Brutzellen des Mucor Mucedo. Ueber die beiden erstgenannten Organe können wir zur Zeit noch kein sicheres Urtheil abgeben, möchten jedoch, nach den Darstellungen von Coemans, deren ausführliche Besprechung nicht hieher gehört, sehr bezweifeln, dass sie in der That normale Organe der in Rede stehenden Mucorinenspecies sind.

Es mag erlaubt sein, hier schliesslich einige Bemerkungen über den Systematik der Mucorinen anzuknüpfen.

Nachdem Zygosporen, wie sie lange Zeit für Syzygites megalocarpus allein bekannt waren, auch bei Mucor stolonifer aufgefunden sind, ist es wohl mehr als wahrscheinlich, dass diese, oder ihnen entsprechende Organe allen Mucorinenspecies zukommen. Bei der nahen Verwandtschaft der Mucorinenformen untereinander, und bei der offenbaren Analogie sowohl ihres Entwicklungsganges mit dem der Peronosporeen und Saprolegnieen, als auch ihrer Zygosporen mit den Sexualorganen dieser Familien, liegt dieses zu sehr auf der Hand, um ausführlicher Auseinandersetzung zu bedürfen. Für die Systematik thut es daher gegenwärtig vor allem Noth, die Zygosporen der einzelnen Arten aufzusuchen; erst wenn dieses in einiger Ausdehnung geschehen ist, wird von einer sicheren Umgrenzung der Arten und Gattungen die Rede sein können.

---

[1]) Spicilège mycolog. No. 7. Bull. Acad. roy. Belg. 2e Sér. T. XVI.

Hält man sich an die gegenwärtig bekannten Thatsachen, so umfasst die Mucorinengruppe wie mir scheint zwei oder drei Gattungen: Mucor, Pilobolus, und vielleicht Azygites (Tulasne, Carpolog. I p. 64). In die erste sind zu vereinigen die Genera Ascophora, Pleurocystis Bon., Thamnidium, Chaetocladium, wie theils aus Obigem hervorgeht, theils von Anderen, zumal Fresenius und Coemans längst anerkannt ist. Auch Hydrophora gehört hierher, wenn man nicht mit Bonorden unter diesem Namen die Mucorformen absondern will, welche statt der gewölbten Columella eine kleine ebene Querwand als Basis des Sporangiums haben. Auch Phycomyces Kunze ist, nach dem Urtheil von Berkeley und nach den Kunze'schen Originalexemplaren, einstweilen hierher zu stellen. Andere Formen, wie Thelactis Mart., Diamphora, Melidium, Helicostylum Cord. u. s. w. sind am besten vorläufig ganz in Suspenso zu lassen. Auch von Mortierella Coemans (Spicilége No. 4) mag es dahingestellt bleiben, ob sie der Typus einer besonderen Gattung oder nur eine ausgezeichnete Mucor- resp. Hydrophora-Species ist. Aber auch Ehrenbergs Syzygites megalocarpus und Rhizopus nigricans müssen nach den dermaligen Kenntnissen in die Gattung Mucor gestellt werden, denn sie haben mit den typischen Formen dieses Genus, wie Mucor Mucedo, den einzigen durchgreifenden Gattungscharacter, die Structur der Sporangien vollkommen gemein und sind nur durch besondere Gestalt und Verzweigungsweise ausgezeichnet, welch letztere bei Rhizopus nicht einmal ganz constant ist. Erst fernere Untersuchungen müssen lehren, in wie weit diese Genera bestehen oder restituirt werden können.

Was die Arten von Mucor betrifft, so muss ihr Studium von vorne angefangen werden, denn von den vorhandenen Beschreibungen ist der grösste Theil entweder unvollständig, oder hebt inconstante und unwesentliche Erscheinungen als Speciescharactere hervor. Zur Zeit dürften folgende Arten unterscheidbar sein:

1) Mucor Syzygites (Syzygites megalocarpus Ehr.)

2) Mucor stolonifer Ehrb. Silv. myc. = Rhizopus nigricans Ehr. = Ascophora Mucedo Tode. Nach Corda's Beschreibungen und Abbildungen ist es kaum zweifelhaft, dass Ascoph. Mucedo Cord., A. nucuum Cord., A. Todeana C., Rhizopus nigricans Cord. zu dieser Art gehören.

3) Mucor Mucedo Fresenius. Hierzu gehören, wie oben gezeigt wurde, M. elegans Fr., Thamnidium, Ascophora elegans Link, Corda. Botrytis, Chaetocladium Jonesii Berk. et Br. Ferner wohl ohne Zweifel M. racemosus Fresenius — Formen, welche diesem genau entsprechen, sind in den Culturen auf Objectträgern häufig —, wohl auch M. bifidus Fres. Ferner dürfte ohne Fehler hierher zu stellen sein das Meiste, was

beschrieben ist als M. stercoreus, nebst den verschiedenen nach den einzelnen Kothsorten bezeichneten Arten, Corda's Ascophora fructicola, A. subtilis, A. Candelabrum. A. Florae, A. stercorea, A. Rhizopogonis u. s. f.

4) M. Phycomyces Berkeley (Outlines p. 28 u. 407) = Phycomyces nitens Kunze Mycol. Hefte. Mir nur in den defecten Originalexemplaren des Kunze'schen Herbars bekannt. Ausgezeichnet durch die colossal grossen, wenn reif und trocken glänzend schmutziggrünen Sporangienträger und Columellen. Auf Fässern und Mauern in Oelmühlen und auf Fettfässern nach Berkeley nicht selten vorkommend.[1])

5) M. macrocarpus Corda, Icon. II. p. 21 und

6) M. fusiger Lk. sind sehr scharf unterschiedene Arten. Beide sind nur auf faulenden Agaricis, zumal Mycenen (Ag. purus P. galericulatus, laevigatus) beobachtet, zu einem von beiden (nach Fries, nicht aber nach der Originaldiagnose zu M. fusiger) gehöhrt Ehrenbergs (Silv. mycol. p. 25) M. rhombosporus. Beide haben stattliche, straffe, einfache oder unten einzelne Zweige treibende, am Grunde spindel- oder zwiebelförmig aufgetriebene Sporangiumträger (M. macrocarpus stärkere als die andere Art), grosse kugelige, mit der Reife schwarze Sporangien, und grosse spindelförmige Sporen. Sie unterscheiden sich von einander durch die Beschaffenheit der letzteren und des Myceliums. Die reifen Sporen von M. macrocarpus sind breit spindelförmig, meist $\frac{1}{24}$—$\frac{1}{21}$ Mm. lang, in der Mitte $\frac{1}{63}$—$\frac{1}{54}$ Mm. breit (Abweichungen von der durchschnittlichen Grösse kommen, wie bei allen Mucorinen vielfach vor), ihre Enden ziemlich spitz, ihr Episporium gelbbraun und glatt. Das reich verzweigte Mycelium dieser Species vegetirt nur im Innern des von ihm befallenen Schwammes, die Fruchtträger treten wie dicke Borsten über die glatte Oberfläche des letztern hervor. (Vergl. Corda's Abbildungen Icon. Fung. II Fig. 84) Die Sporen von M. fusiger sind schmal spindelförmig (Länge etwa $\frac{1}{20}$ Mm., grösste Breite $\frac{1}{85}$ Mm.), an den Enden stumpf und mit glattem graublauem Epispor versehen. Das Mycelium vegetirt auf der Oberfläche des befallenen Agaricus und zwar, soweit meine Erfahrung reicht, auf und zwischen den Lamellen. Es stellt daselbst einen lockern, in der Jugend weissen, nach der Reife nebst den Sporangiumträgern grauviolett und braun werdenden Filz dar.

Ueber die zahlreichen anderen Formen, welche besonders in feuchten Waldungen auf faulenden Körpern aller Art vorkommen, wird erst durch fernere Beobachtungen ein Urtheil möglich werden.

---

[1]) Hantzschia Phycomyces Auerswald in Rabenh. Fung. Europ. 441 hat mit Kunze's Phycomyces nichts gemein. Ihres Autors Bedauern über das Fehlen der Kunze'schen Art in Kunze's Herbar ist, wie das oben Gesagte zeigt, unbegründet.

Zur Kenntniss der Peronosporeen.

(Tafel VIII).

I. Die Conidienbildung von Peronospora infestans.

(Fig. 1 bis 9.)

Die überaus zahlreichen Beschreibungen des Kartoffelpilzes — Peronospora infestans Mont. — haben zwar sämmtlich die Frage nach seinen Geschlechtsorganen unbeantwortet gelassen, im übrigen aber so Ausführliches und Uebereinstimmendes angegeben, dass wohl niemand von einer neuen Untersuchung ein nennenswerthes Resultat erwarten wird.

In Beziehung auf die Geschlechtsorgane kann ich zur Zeit dem in meiner ausführlichen Arbeit über die Peronosporeen (Ann. sc. nat. 4. Sér. Tom. XX) Gesagten, auf welches ich hier verweise, nichts hinzufügen. Dagegen haben fortgesetzte Untersuchungen eine Eigenthümlichkeit in der Entwicklung der conidientragenden Zweige auffinden lassen, welche der Mittheilung nicht unwerth sein dürfte.

Man kann den Entwicklungsverlauf dieser Organe lückenlos beobachten, wenn man den Pilz in einem wasserdunstgesättigten Raum auf dem Objectträger des Mikroskops cultivirt. Zu diesem Behufe kann man von dem massigen Mycelium, welches sich auf der Schnittfläche feucht gehaltener kranker Knollen entwickelt, nehmen. Cultivirt man es auf dem feuchten Objectträger, so treibt es leicht einzelne conidientragende Aeste oder setzt die Entwicklung vorhandener fort. Am besten aber schneidet man aus einer kranken Kartoffel einen bis einige Millimeter dicke eckige Plättchen des myceliumhaltenden Gewebes aus und bringt diese, mässig befeuchtet, in den feuchten Raum unter das Mikroskop. Nach einiger Zeit treibt das intercellulare Mycelium allenthalben über die freie Oberfläche tretende Conidienträger. Diese stellen sich immer senkrecht zur Oberfläche, ohne geocentrische oder Lichtkrümmung. Von den verticalen Flächen aus ragen sie daher in horizontaler Stellung frei in die Luft und können somit in Profilansicht auf hellem Gesichtsfeld genau beobachtet werden. Um sicher zu gehen ist es nothwendig, die Culturen ganz ruhig in dem feuchten Raume liegen zu lassen, denn die Entwicklung der Conidienträger oder einzelner Aeste derselben

steht häufig für immer still, wenn sie auch nur vorübergehend in trockne Luft gebracht werden, in welcher sie wie andere Pilzfäden collabiren und sich um die eigene Längsaxe drehen: sie wird oft selbst durch leise Erschütterungen, wie die Berührung durch einen benachbarten Conidienträger, ein für allemal sistirt. (Vergl. die Erklärung von Figur 2).

Der Conidienträger tritt über die Oberfläche des Substrats in Form eines straffen cylindrischen Schlauches mit stumpf abgerundetem Ende. Sein Längenwachsthum schreitet rasch fort; nach einiger Zeit wird durch eine allmähliche Verschmälerung des Endes das bevorstehende Stillestehen des Längenwachsthums angezeigt. Etwas unterhalb des verschmälerten Endes treten dann, als kleine Aussackungen, die Anfänge der Seitenzweige auf, deren Zahl bekanntlich in der Regel zwei bis drei beträgt. Sie erscheinen rasch nacheinander, aber doch in sehr deutlich basifugaler Folge. Jeder Zweig wächst schnell zu pfriemenförmig spitzer Form heran, das über dem obersten befindliche Ende des Hauptstammes streckt sich gleichzeitig zu der nämlichen Gestalt aus; die zwischen den Zweigen liegenden Stücke des Hauptstammes dehnen sich gleichzeitig noch um weniges in die Länge. (Fig. 1.)

Nach Vollendung aller Längsstreckung beginnt die Entwicklung einer Conidie auf der Spitze des Hauptstammes sowohl wie jedes Zweiges; alle diese Spitzen, wie sie der Kürze halber genannt werden mögen, zeigen fernerhin gleiches Verhalten. Die Conidienbildung beginnt auf der untersten und schreitet allmählich auf die nächsthöhern fort, doch ist die Anlage der obersten Conidie höchstens 10 Minuten später als die unterste vorhanden, die weiteren Entwicklungserscheinungen erfolgen, wenn nicht Störung eintritt, an allen Spitzen genau oder nahezu gleichzeitig. Die Entwicklung der Conidien selbst ist bekannt: auf jeder Spitze erscheint eine anfangs kleine, kugelige. protoplasmaerfüllte Anschwellung, welche zu der Grösse und ovalen oder citronenförmigen Gestalt der Conidie heranwächst und sich dann durch eine Querwand abgliedert. Diese liegt etwas unterhalb der Anschwellung, so dass das oberste Ende der Spitze mit abgegliedert wird, als ein kurzes die Conidie tragendes Stielchen.

Die Conidie steht zuerst vertical auf ihrem Träger, ihre Längsachse setzt die des Letzteren fort. Sobald ihre Abgliederung vollendet ist, sieht man sie eine Schwenkung machen, um aus der verticalen Stellung rasch d. h. binnen 8—10 Minuten, in eine horizontale. zu dem Träger rechtwinkelige überzugehen. Die Schwenkung kömmt, wie geeignete Praparate zeigen. dadurch zu Stande, dass die Spitze dicht unter der

Ansatzstelle der Conidie auf einer Seite in die Länge wächst und sich etwas aussackt, auf der anderen nicht; die Conidie wird hierdurch auf die nicht wachsende Seite geschoben und kömmt alsbald neben das Ende der Spitze zu stehen (Fig. 5 bis 8). Dieses fährt nun fort in die Länge zu wachsen, nimmt wiederum pfriemenförmige Gestalt an, während zugleich neben der Ansatzstelle der Conidie eine schmal flaschenförmige Anschwellung des Trägers entsteht. Nach Verlängerung um 1 — 2 Conidienlängen erzeugt jede Spitze wiederum eine neue Conidie, genau auf die gleiche Weise wie die erste, und der nämliche Process kann sich nun noch mehrmals, bei sehr üppigen Exemplaren auf Knollen bis zu 8, 10 und 16mal wiederholen. Aeltere intacte Conidienträger zeigen daher ihre Aeste mit 2, 3 bis 16 horizontal abstehenden Conidien in regelmässigen Abständen besetzt, neben der Ansatzstelle einer jeden flaschenförmig angeschwollen, auf den Enden eine in Bildung begriffene Conidie, sämmtliche Aeste und das Ende des Hauptstammes in gleicher Entwicklung und mit gleicher Conidienzahl (Fig. 2—4). So lange die Bildung neuer Conidien erfolgt, ist der Träger von Protoplasma erfüllt, mit dem Auftreten der letzten ist dieses grösstentheils verschwunden. In der Stellung, welche die horizontalen Conidien eines Astes zu einander einnehmen, ist keine bestimmte Regel zu erkennen. Manchmal stehen alle in einer Reihe übereinander, andere Male alterniren sie regelmässig mit Divergenz von 180°, oft stehen sie unregelmässig nach verschiedenen Seiten gewendet.

Sowie eine Conidie ihre Schwenkung gemacht hat, ist sie der Oberfläche ihres Trägers nur angeklebt. In dem Stielchen ist zur Zeit der Reife die Membran bis zum Verschwinden des Lumens verdickt und dabei entweder nur an der Basis oder in dem ganzen untern und axilen Theile des Stieles von gallertiger Beschaffenheit, in Wasser sofort bis zur Unkenntlichkeit quellend. Trocken oder bei vorsichtiger Behandlung mit Alkohol sitzt daher die Conidie ihrem Träger an; in einigermassen feuchtem Zustand fällt sie bei leiser Erschütterung leicht ab, nach Befeuchtung mit Wasser sind sofort alle reifen Conidien abgelöst, nur die unentwickelten bleiben auf dem Scheitel der Tragzweige sitzen.

Diesen letzteren Zustand schildern alle bisherigen Beschreibungen der Peronospora infestans. Die Fehler derselben finden in dem Mitgetheilten ihre Berichtigung.

Die successive Entwicklung von zwei bis drei und selbst vielen Conidien auf jedem Tragzweige, welche angezeigt wird durch die bisher unverstandenen flaschenförmigen Auftreibungen und den reichlichen Protoplasmagehalt offenbar älterer Conidienträger, unterscheiden Peronospora infestans von allen ihren bisherigen Gattungsge-

nossen. Bei diesen wird, wie ich an Peronospora parasitica, Alsinearum, effusa bei Cultur im feuchten Raume auf dem Objecttische direct beobachtet habe, nur eine Conidie auf jeder Spitze gebildet, jene Anschwellungen fehlen, und nach der einmaligen Conidienentwicklung ist das Protoplasma aus dem Träger ganz oder grösstentheils verschwunden. Peronospora infestans dürfte hiernach vielleicht den Typus einer besonderen Gattung der Peronosporeen darstellen.

II. Keimung der Oosporen von Peronospora Valerianellae.

(Figur 10 bis 13.)

In der oben citirten Entwicklungsgeschichte der Peronosporeen habe ich die Keimung der Oosporen von Cystopus candidus beschrieben, welche darin besteht, dass die Oospore zu einem vielsporigen Zoosporangium wird. Versuche, die Oosporen anderer Arten zur Keimung zu bringen, sind mir mehrfach misslungen, erst neuerdings glückte es, den Vorgang bei Peronospora Valerianellae zu beobachten.

Die untersuchten Oosporen waren im Juni 1864 in den Blättern von Valerianella olitoria gereift. Letztere wurden einige Zeit trocken liegen gelassen, am 23. Juli auf feuchtes Löschpapier gelegt. Es trat langsame Fäulniss der Blattsubstanz ein, aber bis zum 6. August keine Keimung der Oosporen, auch nicht solcher, die aus den macerirten Blättern herauspräparirt und auf reine feuchtgehaltene Objectträger gebracht wurden. Am 6. August liess ich die ziemlich grosse Menge freipräparirter, von dem zersetzten Blattgewebe möglichst gereinigter Oosporen auf den Objectträgern eintrocknen. Erst am 20. October wurden sie wieder befeuchtet. Bei täglicher Musterung war in der nächsten Zeit keine weitere Veränderung zu bemerken, als die, dass das Protoplasma in vielen Oosporen trüber, undurchsichtiger zu werden schien. Am 1. November waren viele Keimungen vorhanden: das Episporium der keimenden Exemplare war an irgend einer Stelle gesprengt und aus dem klaffenden Riss trat ein dicker, stumpfer, in einem Falle (Fig. 11) kurz-gabeliger Schlauch hervor, dessen Länge allerhöchstens dem Durchmesser der Oospore gleichkam. Die zarte in die innerste Schichte des Endosporiums übergehende Cellulosemembran des Schlauches umschliesst homogenes, wenig körniges Protoplasma, während der Sporenraum durch zahlreiche Körner (Fett?) undurchsichtig ist. Auf dem Objectträger entwickelte sich keiner der Keimschläuche weiter. Binnen 24 Stunden waren alle, auch die an den folgenden Tagen auftretenden, an der Spitze geplatzt, der Inhalt theils entleert, theils im Inneren zu formlosen Klumpen zusammengeballt, gleichviel ob die Oosporen unter Wasser gehalten oder nur angefeuchtet worden waren.

Auf die befeuchtete Oberfläche von Blättern der Valerianella gebracht, wuchsen

dagegen die Keimschläuche gewaltig in die Länge und trieben nach allen Seiten hin zahlreiche lange, wiederum verästelte Zweige. Das Protoplasma der Oosporen rückt in die Schläuche ein, jene sind alsbald nur von wasserheller Flüssigkeit, höchstens noch unter der Basis des Schlauches von Protoplasma erfüllt. Die Schläuche selbst enthalten zahlreiche Vacuolen, und sind oft auf lange Strecken grösstentheils wasserhell. Die Gestalt der Schäuche ist unregelmässig cylindrisch, die Enden stumpf, oder bei alten Exemplaren manchmal blasig oder varicös aufgetrieben. Die Enden lagen immer der Blattoberfläche an, ein Eindringen derselben konnte ich jedoch, theilweise weil das Untersuchungsmaterial bald zu Ende ging, nicht beobachten. Die Membran der Schläuche zeigte, gleich dem Endosporium, in Jod und Schwefelsäure und Chlorzinkjodlösung schöne Blau- und Violettfärbung. (Vgl. Fig. 12, 13).

Wenn die mitgetheilten Beobachtungen auch noch nicht ganz abgeschlossen sind, so geht aus ihnen doch mit Bestimmtheit hervor, dass die durch Fäulniss ihres Wirths frei gewordenen reifen Oosporen der Peronospora Valerianellae nach mehrmonatlichem Ruhezustand keimen, dass der Anfang der Keimung auf jeglichem feuchten Substrat eintritt, die Weiterentwicklung der Keimanfänge aber auf anorganischem Boden nicht stattfindet. Es ist ferner unzweifelhaft, dass die Oosporen keine Schwärmsporen entwickeln, sondern, unter den bezeichneten Bedingungen, langästige, dem Mycelium der Species durchaus ähnliche Keimschläuche. Dass diese unter günstigen Bedingungen wiederum ins Innere der Nährpflanze eindringen, um hier zum fruchttragenden Mycelium heranzuwachsen, wird gleichfalls mit Sicherheit angenommen werden dürfen, und nicht minder, dass die beschriebene Keimung der Oosporen allen denjenigen Peronospora-Arten zukömmt, welche mit P. Valerianellae die Gruppe bilden, die ich als Effusae bezeichnet habe.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XLIII.

Fig. 1—16. Mucor Mucedo.

Fig. 1—13. Von Culturen auf Mist.

Fig. 1. (Vergr. 195) Derbwandiges Sporangium, durch Druck gesprengt, ein Theil seiner Sporen ausgetreten daneben liegend.

Fig. 2. Sporen aus dem Sporangium von Fig. 1, *a* 610fach vergr., *b* und *c* keimende, 24 Stunden nach Aussaat auf Pferdemist, 195fach vergr.

Fig. 3 bis 9. Sporangiumtragende Zwergexemplare, aus Sporangiumsporen (*sp.*) erwachsen, 48 Stunden nach Aussaat letzterer. Myceliumfäden septirt. Fig. 4 *a* und *b* unentwickeltes Sporangium. Die übrigen reif; in Fig. 6 und 7 keine Querwand an der Basis des Sporangiums. Fig. 3, 4a, 6, 8 bei 110facher, Fig. 4b, 5, 7 bei 540facher Vergr. gezeichnet.

Fig. 10 bis 12. Sporangien von derselben Aussaat, mit deutlicher, doch kleiner Columella. 11, 12 mit körniger Wand, die bei 12 in Körnchen zerfällt, 10 mit derber, glatter, in Wasser nicht zerfallender Wand. *s* Sporen. Vergr. 310.

Fig. 13. Junger Wirtel von sporangiolentragenden Zweigen. Vergr. 100.

Fig. 14—16. Auf Hühnereiweiss cultivirte von Itzigsohn mitgetheilte Form.

Fig. 14. (Vergr. 200). Reifes terminales Sporangium. Unterhalb ein dichotomer Seitenast mit noch unentwickelten kleineren Sporangien.

Fig. 15. (Vergr. 200). Violette Columella eines reifen, entleerten Sporangiums.

Fig. 16. (Vergr. etwa 120) Terminales grosses Sporangium und kleine, mit kleiner Columella und 40—50 Sporen versehene, auf zwei gegenständigen dichotomen Seitenästen.

Fig. 17—19. Piptocephalis Freseniana. (Vergr. 390).

Fig. 17. Enddichotomien eines reifen Exemplars. Die Basidien an zwei Enden noch aufsitzend, an den übrigen abgefallen. Fig. 18. Abgefallene Basidien. a von der Seite, b von oben gesehen. Fig. 19 abgefallene Sporen.

Fig. 20—22. Mucor stolonifer.

Fig. 20. (Vergr. 90). Junges Sporangium, nach Anlegung der Sporen, in Glycerin; optischer Längsschnitt, von der Oberfläche ist nur die quere Insertionslinie der Aussenwand gezeichnet.

Fig. 21. (Vergr. 390). Reife Sporen in Wasser, zwei ausgeführt, die übrigen nur im Umriss. Fig. 22 (Vergr. 390). Keimende Sporen, 18 Stunden nach Aussaat in Fruchtsaft. *a* angeschwollen, Episporium gesprengt; *b* Keimschlauch treibend.

Tafel XLIV.

Mucor Mucedo.

Fig. 1. (Etwa 20fach vergr.). Aestiger Sporangiumträger, mit terminalen grossen Sporangien und an einem Hauptaste 5 sporangiolentragenden Wirteln.

Fig. 2. (Vergr. 200). Ende eines dichotomen Sporangiolenzweiges. 4 Sporen in jedem Sporangiolum.

Fig. 3, 4. (Vergr. 390). Sporangiolumsporen, noch in ihrem Behälter, keimend in diluirter Zuckerlösung.

Fig. 5—10. Sporangien- und sporangiolentragende Fäden aus den Sporangiolensporen (*sp.*) auf dem Objectträger in Zuckerlösung erzogen.

Fig. 8 200-, die übrigen etwa 100fach vergr.

Fig. 11. (Vergr. 90). Conidientragender Faden: Botrytis Jonesii Berk. Von den 6 Hauptästen des Wirtels sind, der Deutlichkeit halber, 2 nicht ausgeführt. *a* Aeste erster, *b* zweiter, *c* dritter, *d* vierter Ordnung.

Fig. 12. (Vergr. 200). Stück eines Conidientragenden Astes. Buchstaben wie bei Fig. 11.

Fig. 13. (Vergr. 390). Zweig dritter Ordnung eines Conidienträgers, mit einer Basidie (statt einer Borste) endigend.

Fig. 14 und 15. Basidien nach Ablösung der reifen Sporen. Vergr. 390.

Fig. 16. (Vergr. 200). Reife, abgefallene Conidien, trocken betrachtet.

Fig. 17. (Vergr. 200). Solche 12—18 Stunden nach Aussaat in verdünnten Traubensaft.

Fig. 18. (Vergr. 200) Conidie von derselben Aussaat wie Fig. 17, 6 bis 8 Stunden später, Keimschläuche treibend.

Fig. 19, 20. (Vergr. 195). Conidien in gekochtem Miste keimend.

Fig. 21, 22. (Vergr. 195). Mycelium mit terminalen, einzelnen und reihenweise verbundenen Brutzellen; Fig. 22 in 10procentiger Traubenzuckerbildung unter dem Deckglase erzogen.

Tafel XLV.

Mucor stolonifer.

Fig. 1. (schwach vergr.). Verzweigung der Stolonen; schwaches Exemplar. *a* Stolo erster, *b* Stolonen zweiter Ordnung *s* Sporangienträger (*s** ein verkrüppelter) *w* Wurzelhaare. Nach einem in Glycerin liegenden Präparate.

Fig. 2. (Vergr. 90). Gruppe copulirender Fäden, völlig intact, von einer Cultur im feuchten Raume auf dem Objecttisch.

Fig. 3. (Vergr. 90). Fruchtkeulenpaar, im feuchten Raume beobachtet. *a* um 8 Uhr, *b* um 10½ Uhr Vormittags.

Fig. 4. (Vergr. 90). Reife Zygospore. Neben dem kleinen Suspensor ein, neben dem grossen zwei Sporangiumträger. Sporangien und Sporen schon zerfallen, Columellen allein übrig.

Fig. 5 bis 7. (Vergr. 195). Fruchtkeulenpaare in Glycerin durchsichtig gemacht, und Protoplasma zum

Theil von der Membran zurückgezogen. In 5 Abgrenzung der einen Copulationszelle beginnend; 6. beide gebildet; 7. Copulation nahezu fertig, nur noch ein dünner Ring von der Scheidewand übrig.

Fig. 8. (Vergr. 195). Halbreife, sehr kleine und flachwarzige Zygospore, in Glycerin.

Fig. 9. (Vergr. 195). Endosporium einer reifen Zygospore, frei präparirt.

Tafel XLVI.

Fig. 1—9. Peronospora infestans.

Fig. 1. (Vergr. etwa 50). Successive Entwicklungszustände eines Conidienträgers der im Gesichtsfeld des Mikroskops cultivirt wurde. Die Beobachtung begann 7 Uhr 45 Minuten Vormittags. Die Beobachtungszeit (Stunde und Minute) bei jeder Figur angegeben. Von 3 Uhr an trat keine Veränderung mehr ein.

Fig. 2. (Vergr. etwa 50). Aehnliche unter dem Mikroskop direct beobachtete Entwicklungsreihe eines Conidienträgers. Beobachtung um 10 Uhr 30 beginnend. Nach 8 Uhr Abends keine Weiterentwicklung. An die Conidie x legte sich nach 10 Uhr 30 ein Zweig von einem benachbarten Träger an; hiermit war ihre und ihres Tragzweiges Entwicklung sistirt.

Fig. 3. (Vergr. gegen 90). Conidienträger mit je 6 Conidien, trocken betrachtet.

Fig. 4. Im Wachsen begriffener Träger, im feuchten Raume beobachtet. 195mal vergrössert.

Fig. 5—9. Verschiedene Stadien der Conidienentwicklung, nach in Alkohol liegenden Präparaten bei 390facher Vergr. gezeichnet.

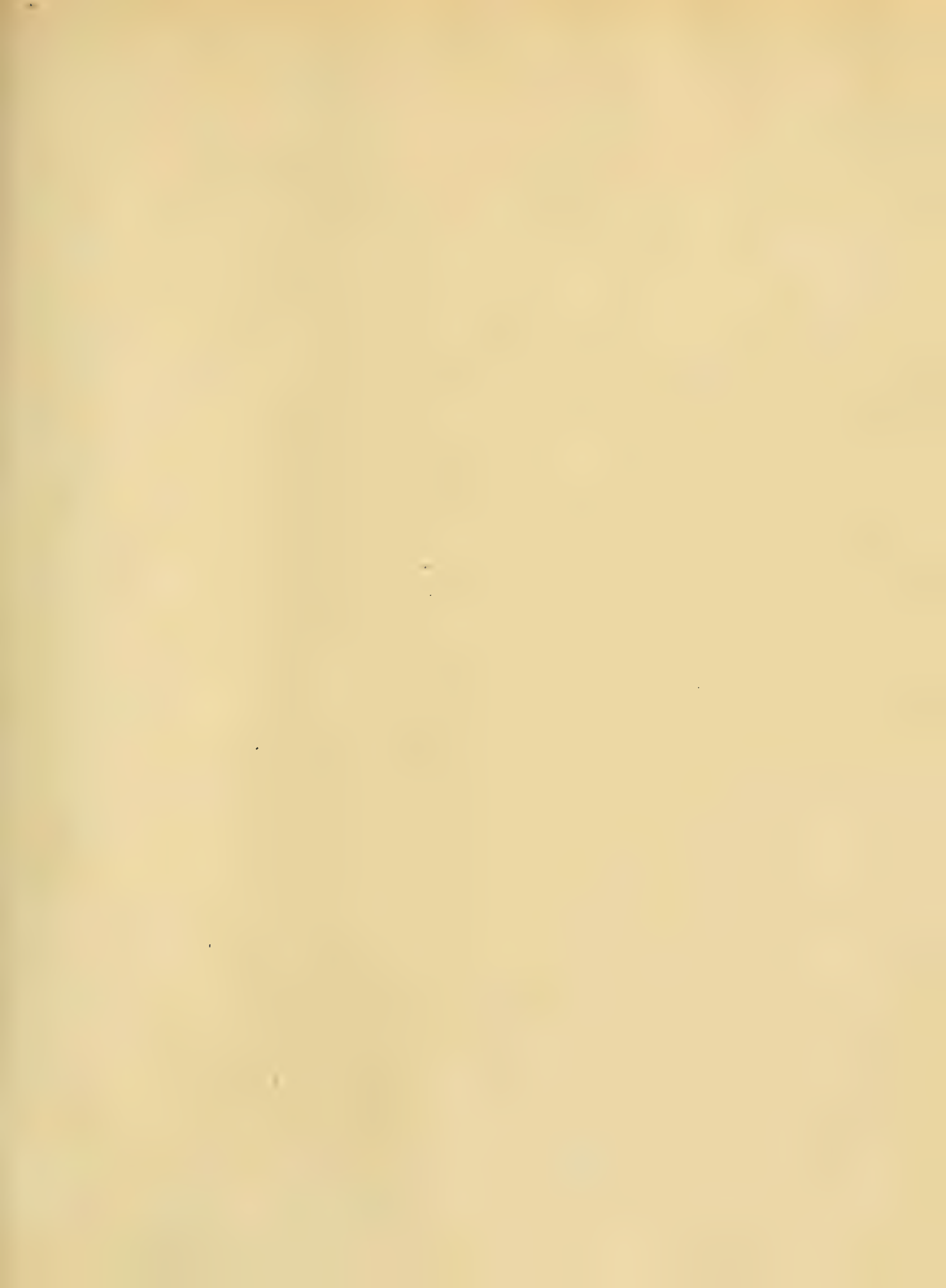
Fig. 10. Peronospora Valerianellae. Vergr. 390.

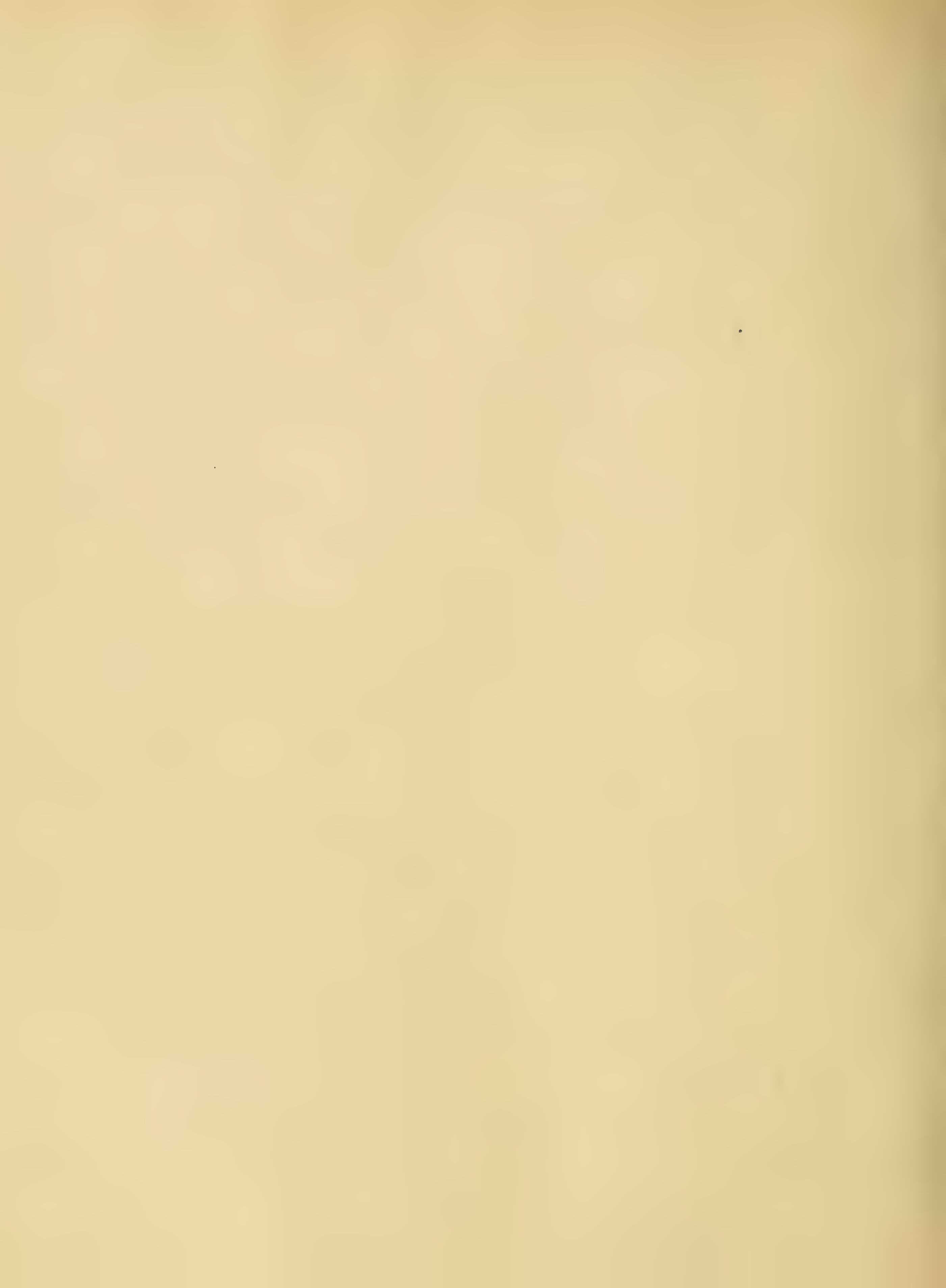
Fig. 10, 11. Oosporen im Beginn der Keimung auf dem Objectträger.

Fig 12. Oospore mit reichverzweigtem Keimschlauch, von der Aussaat auf Blätter der Valerianella.

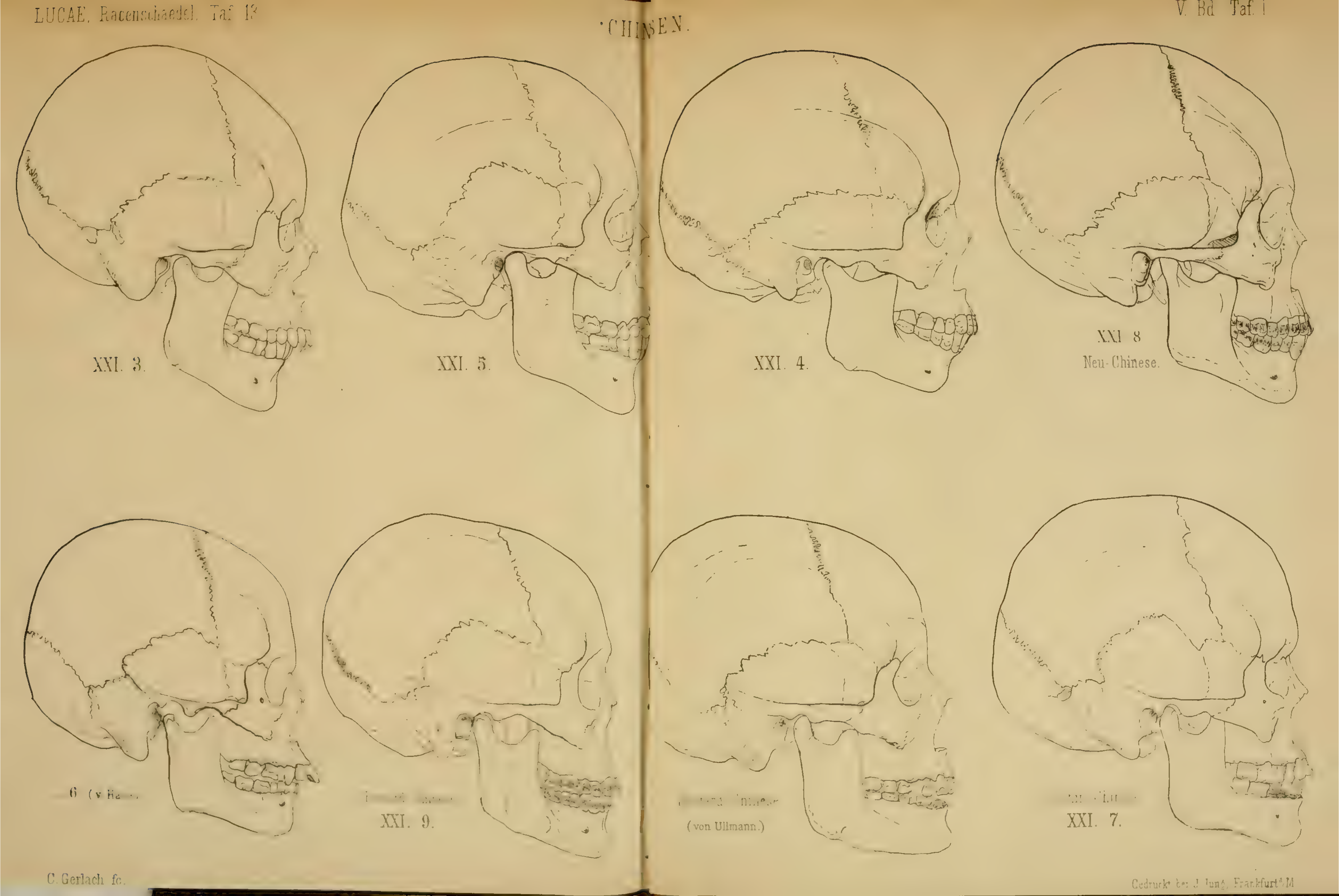
Fig. 13 Torulöses Zweigende von einem anderen Keimschlauch.

H. L. Brönner's Druckerei in Frankfurt a. M.





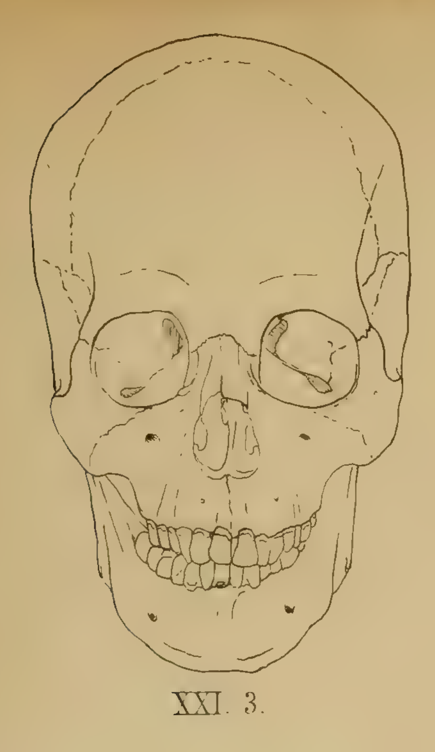
CHINESEN.



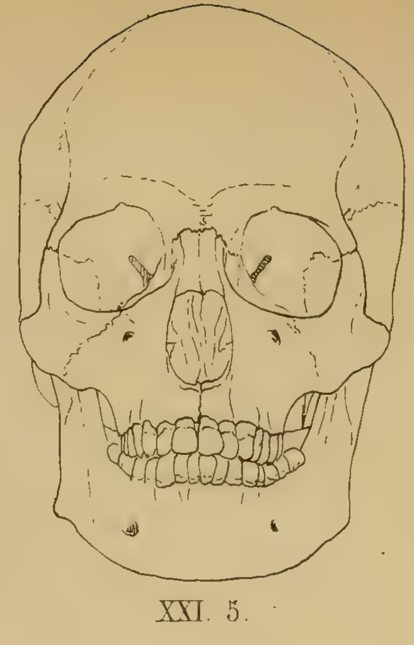
C. Gerlach fc.

Gedruckt bei J. Jung, Frankfurt a/M

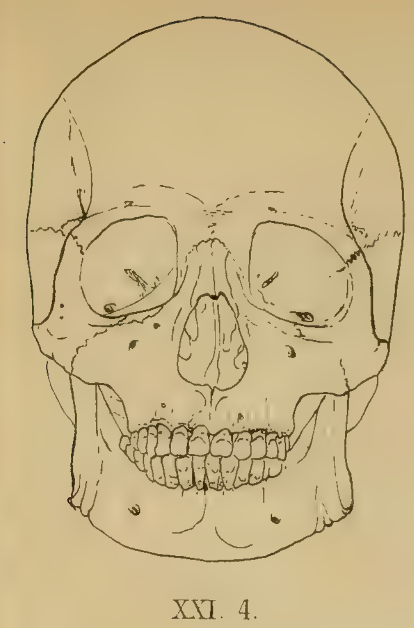




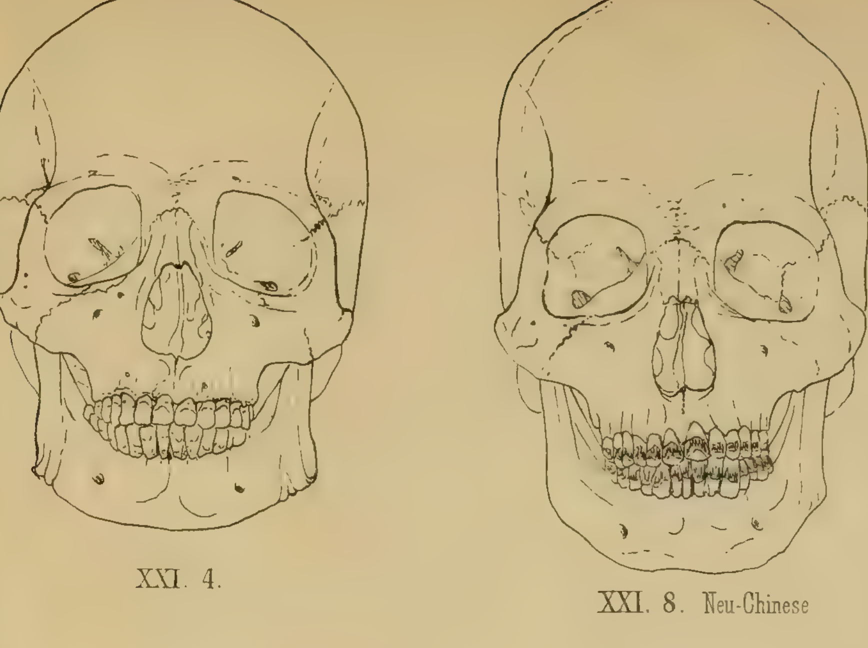
XXI. 3.



XXI. 5.

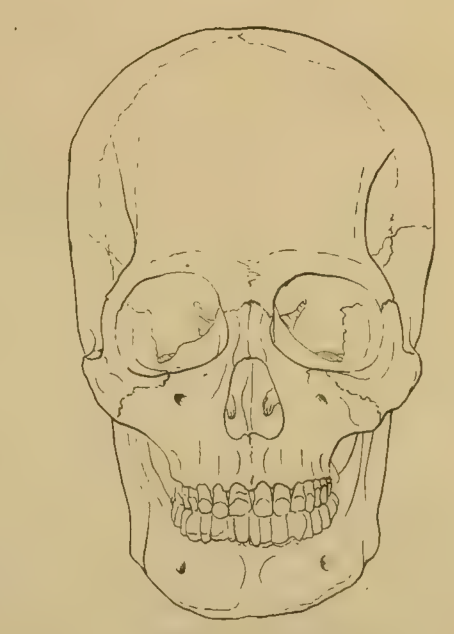


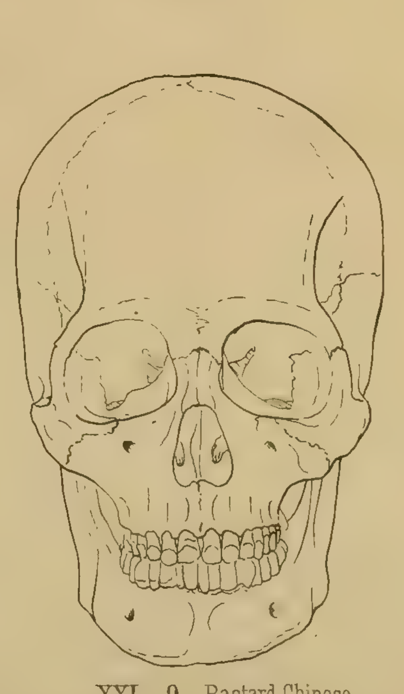
XXI. 4.

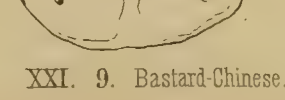


XXI. 8. Neu-Chinese

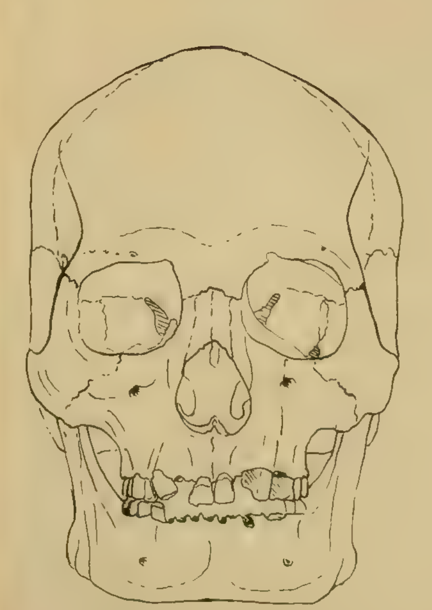
— 6. (Hanau.)



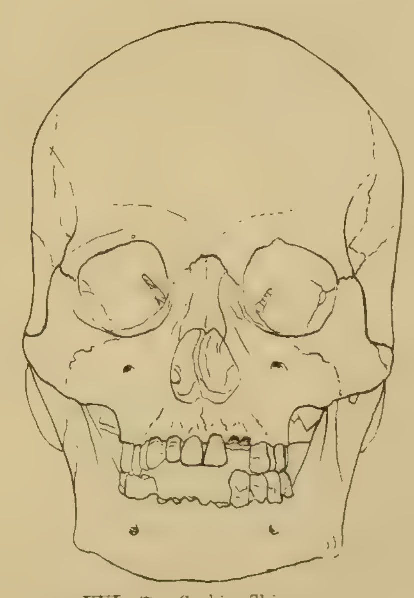




XXI. 9. Bastard-Chinese.



Bastard-Chinese. (Ullmann.)



XXI. 7. Cochin-Chinese.

C. Gerlach fc.

Gedruckt bei J. Jung, Frankfurt a/M



XXI 3

XXI 5

XXI 4.

Neu-Chinese

- 6 (Hanau)

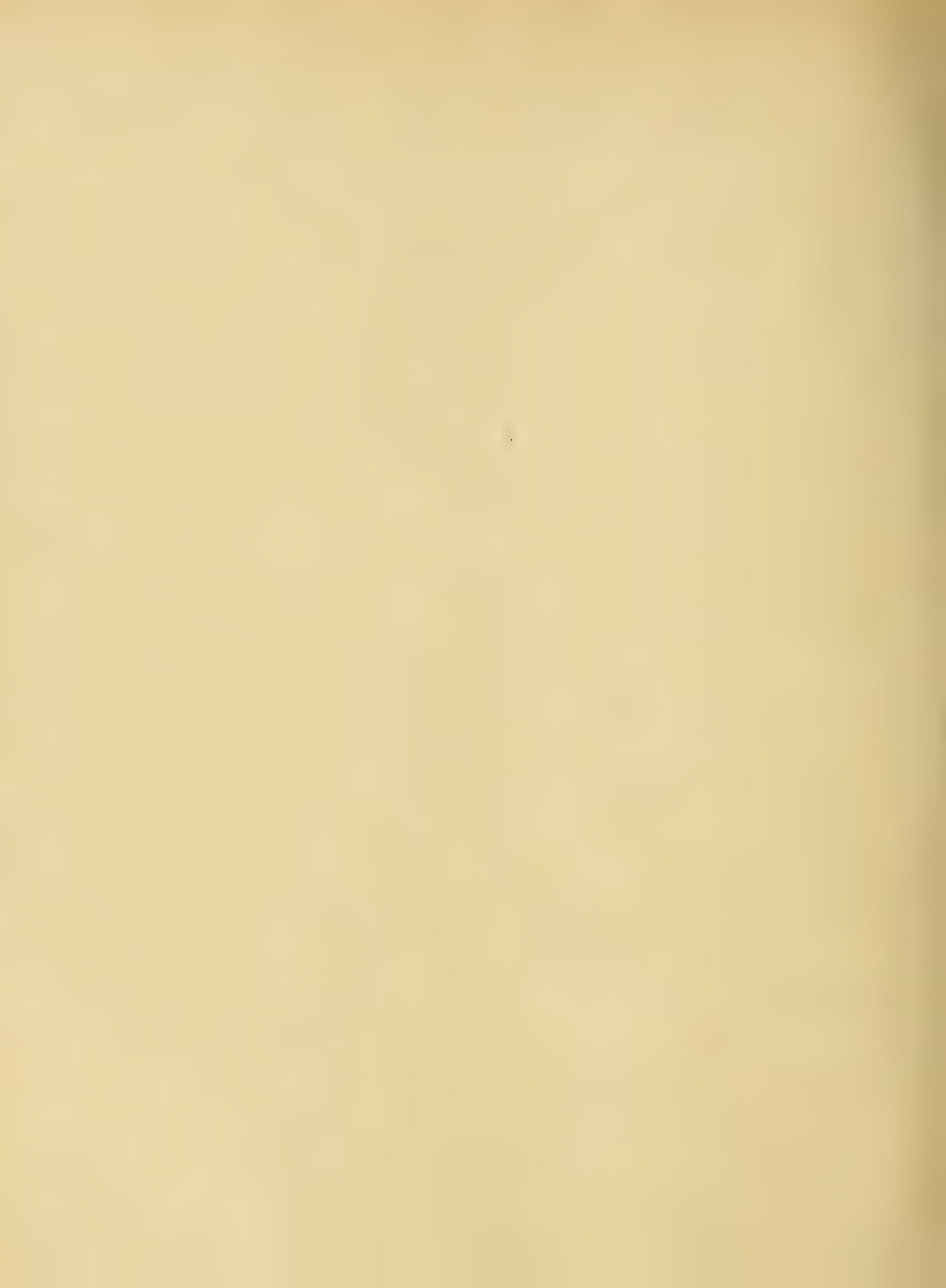
Bastard-Chinese.

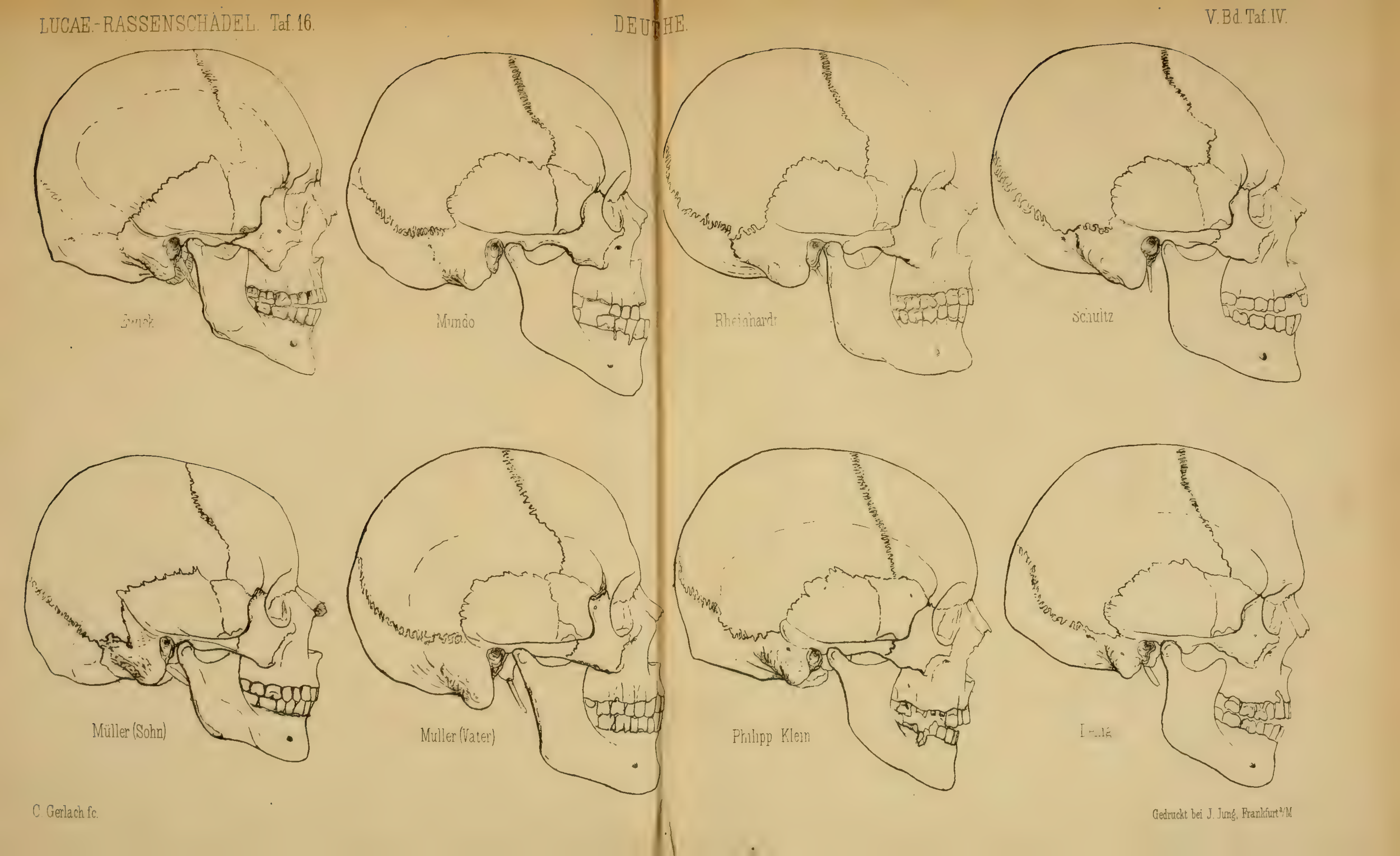
Bastard-(Ullmann).

Chochin-Chinese

C. Gerlach fc

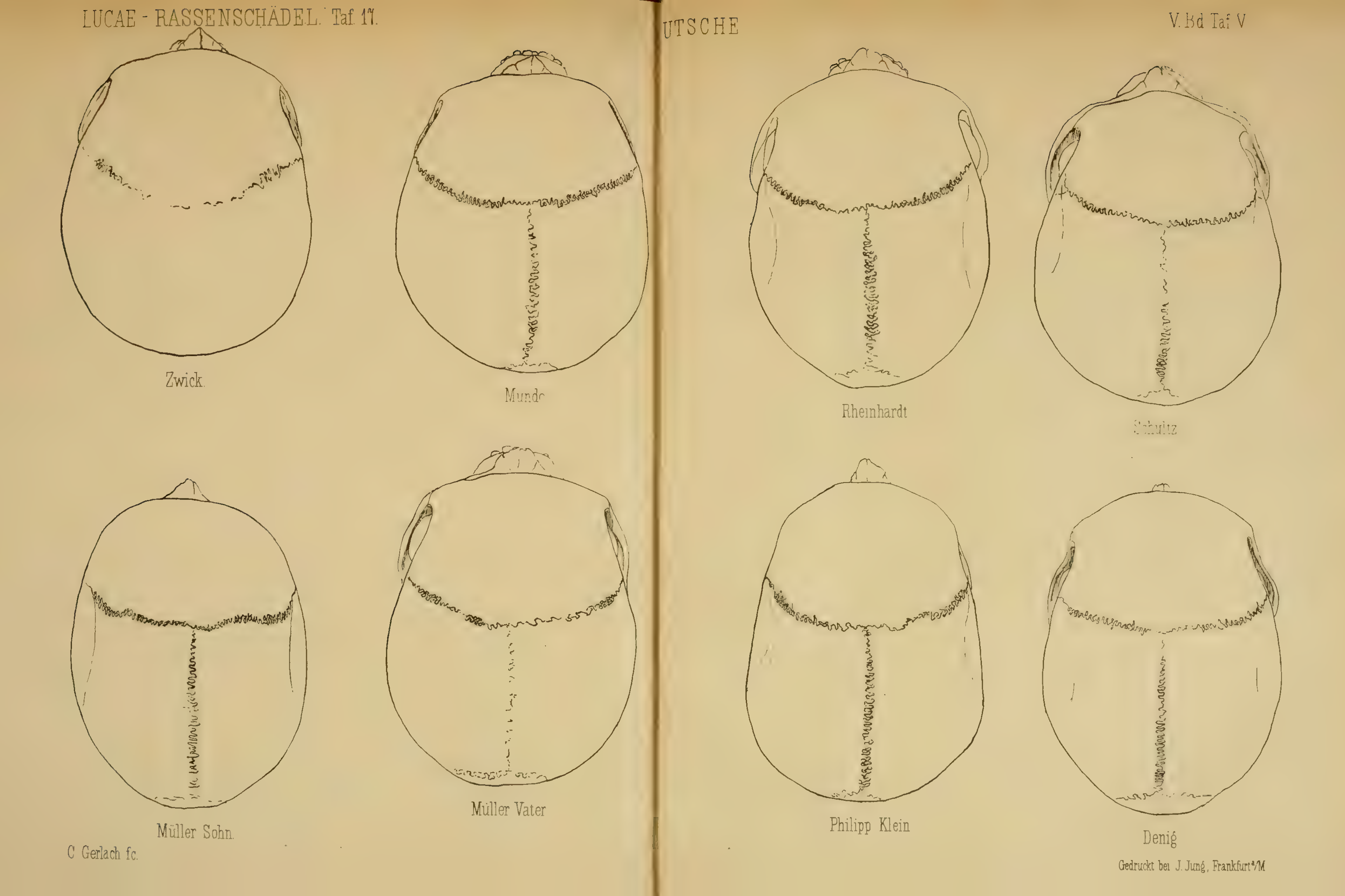
Gedruckt bei J. Jung, Frankfurt a/M





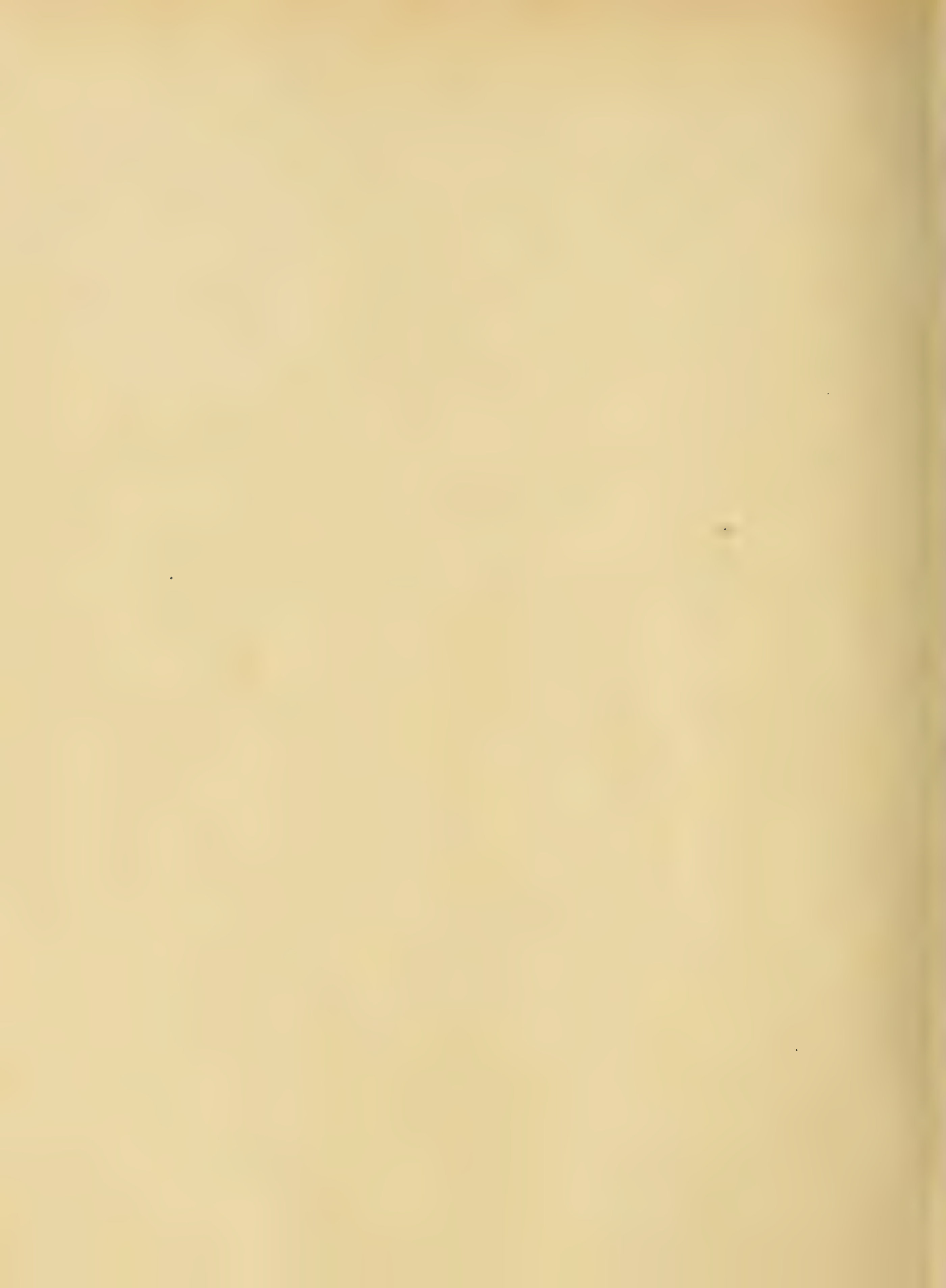
LUCAE.-RASSENSCHÄDEL. Taf. 16.
DEU HE.
V. Bd. Taf. IV.
Mundo
Schultz
Müller (Sohn)
Muller (Vater)
Philipp Klein
C. Gerlach fc.
Gedruckt bei J. Jung, Frankfurt a/M

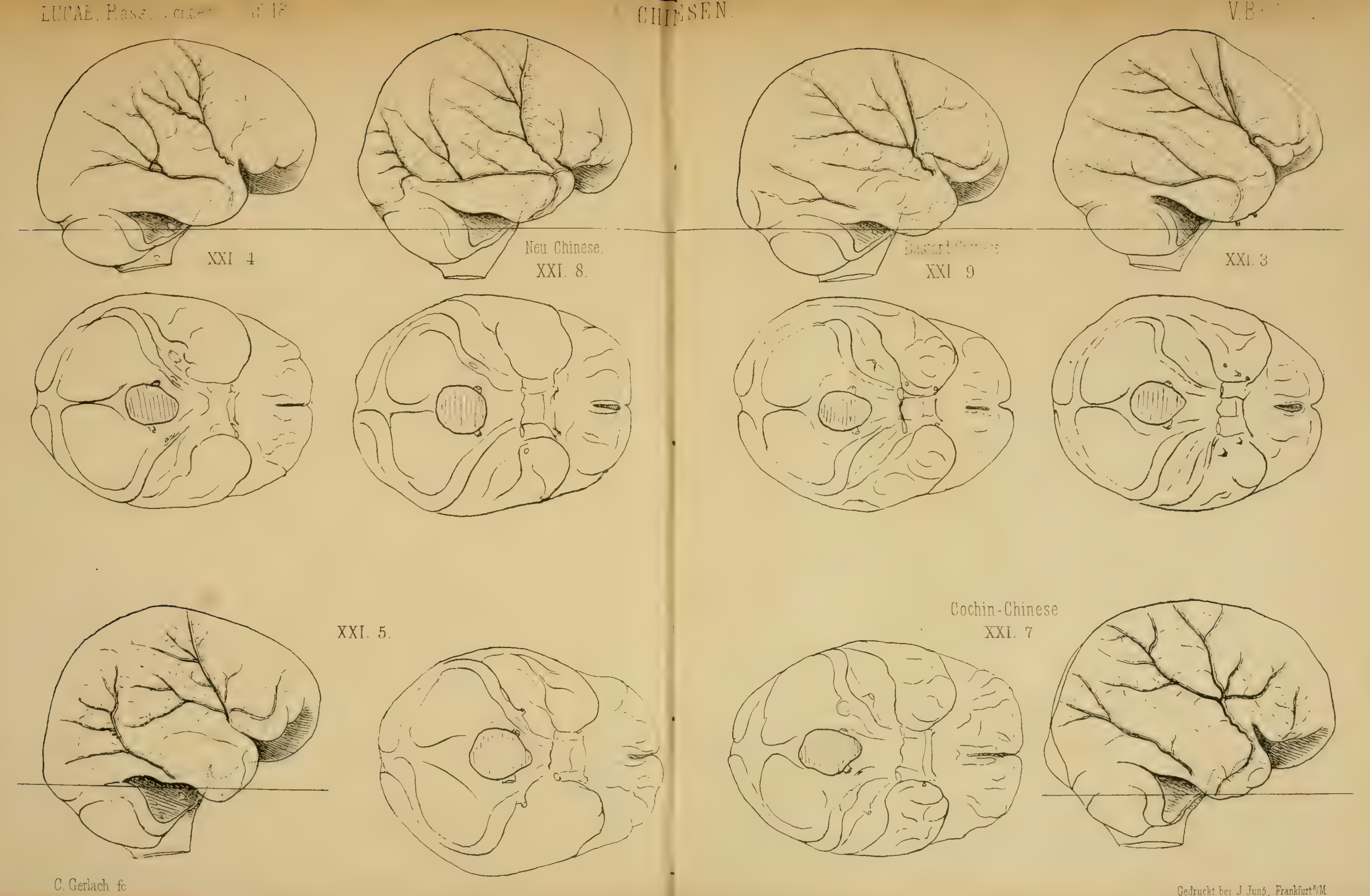




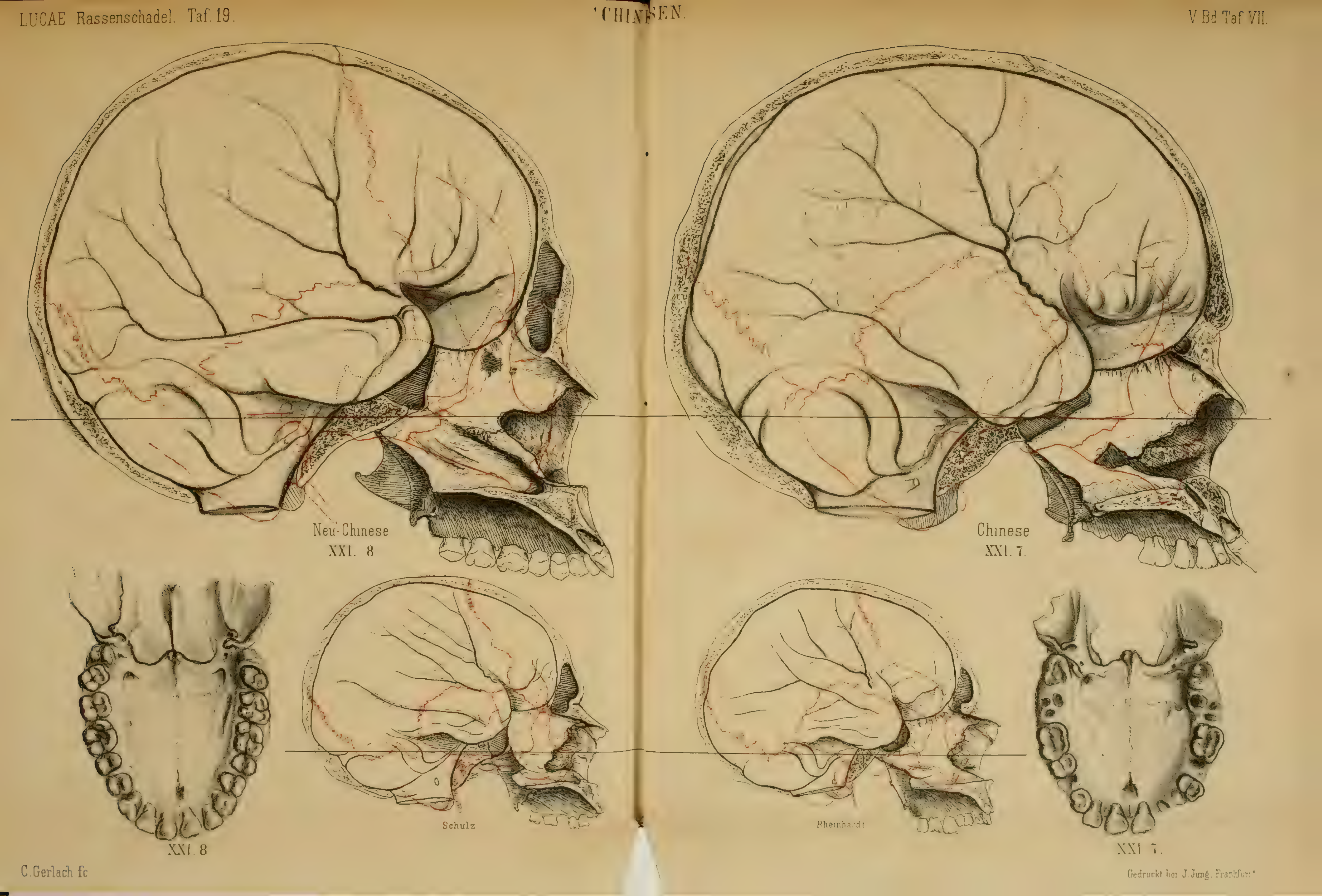
C Gerlach fc.

Gedruckt bei J. Jung, Frankfurt a/M

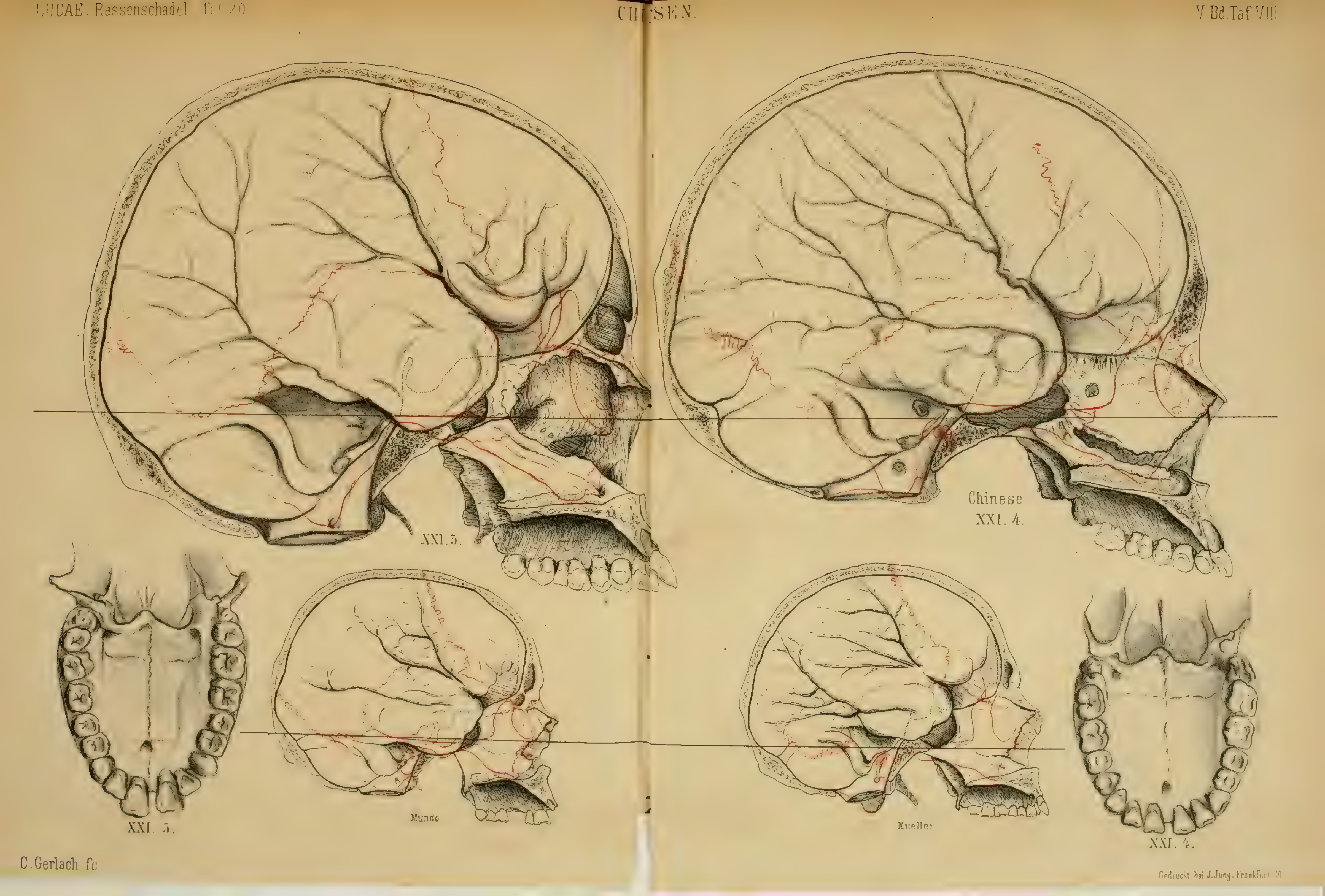



LUCAE,
CHINESEN.
XXI 4
Neu Chinese.
XXI. 8.
Bastard
XXI 9
XXI. 3
XXI. 5.
Cochin-Chinese
XXI. 7
C. Gerlach fc
Gedruckt bei J. Jung, Frankfurt a/M.



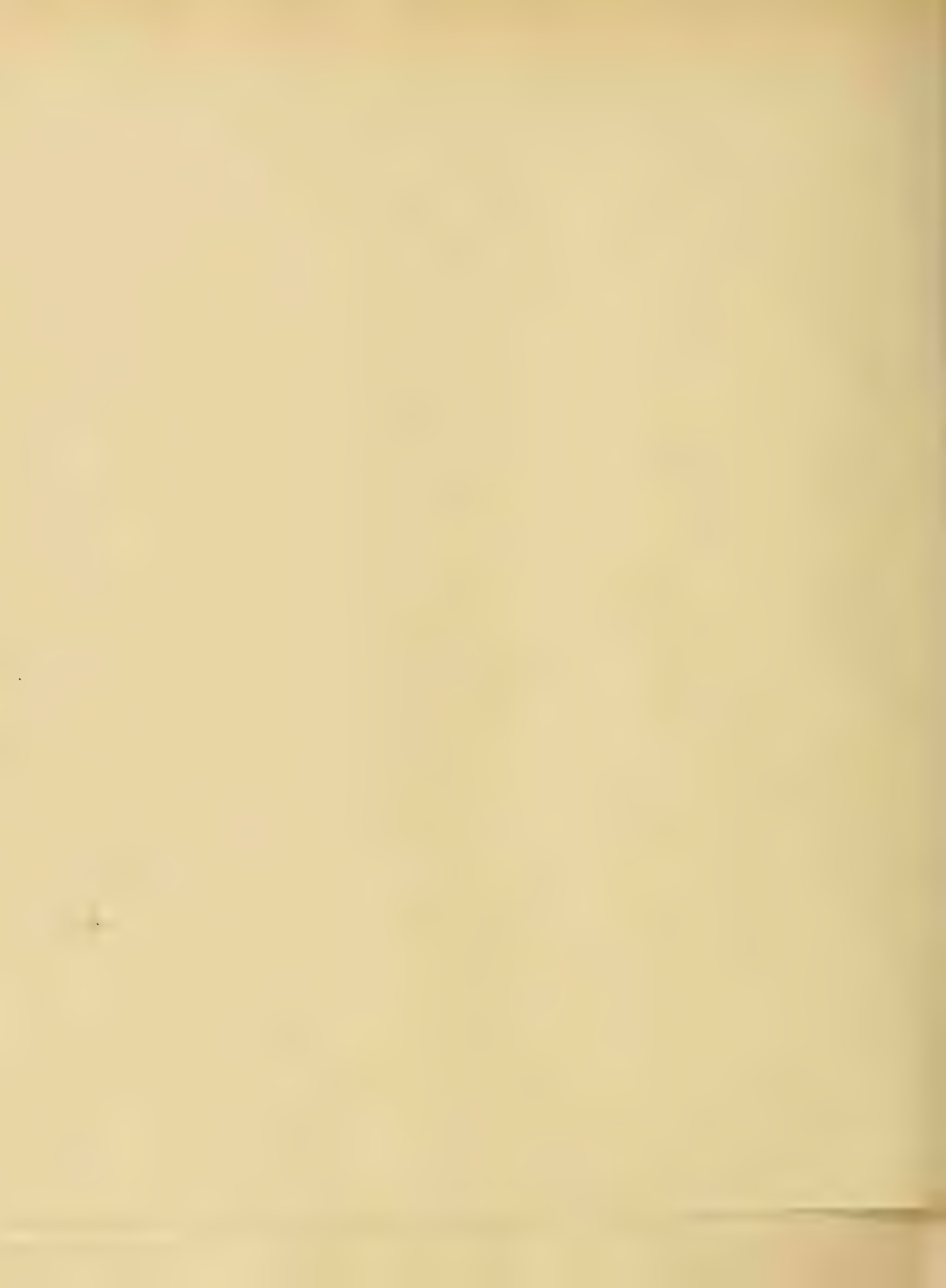

Neu-Chinese
XXI. 8
Chinese
XXI. 7.
Schulz
Rheinhardt
XXI. 8
XXI. 7.
C. Gerlach fc
Gedruckt bei J. Jung. Frankfurt

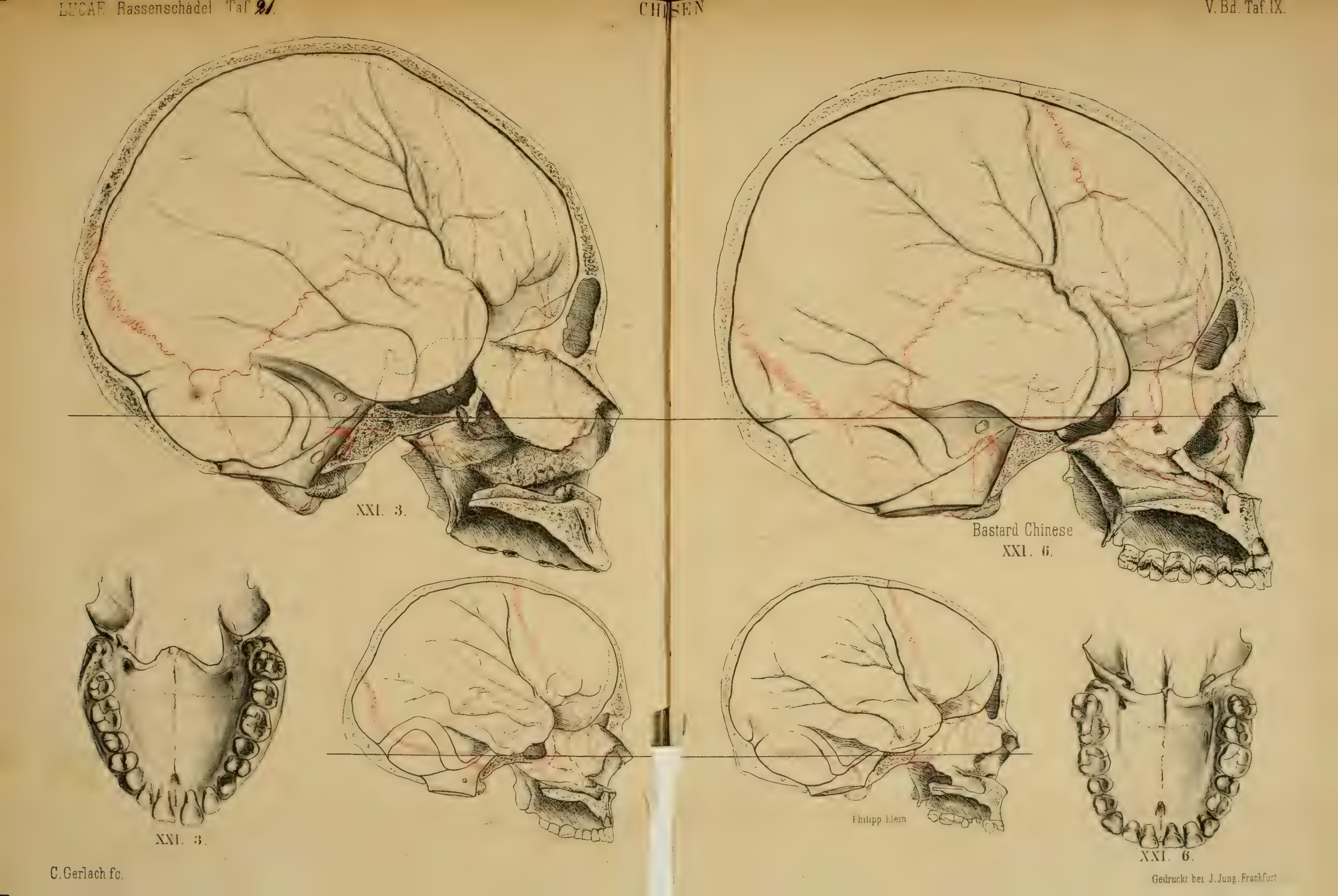




C. Gerlach fc

Gedruckt bei J. Jung. Frankfurt a/M




XXI. 3.
Bastard Chinese
XXI. 6.
XXI. 3.
Philipp Klein
XXI. 6.
C. Gerlach fc.
Gedruckt bei J. Jung. Frankfurt



⅔ Grösse

I a. 9.

XXII. 6.

I a. 125.

I a. 124.

Gedruckt bei J. Jung, Frankfurt a M.



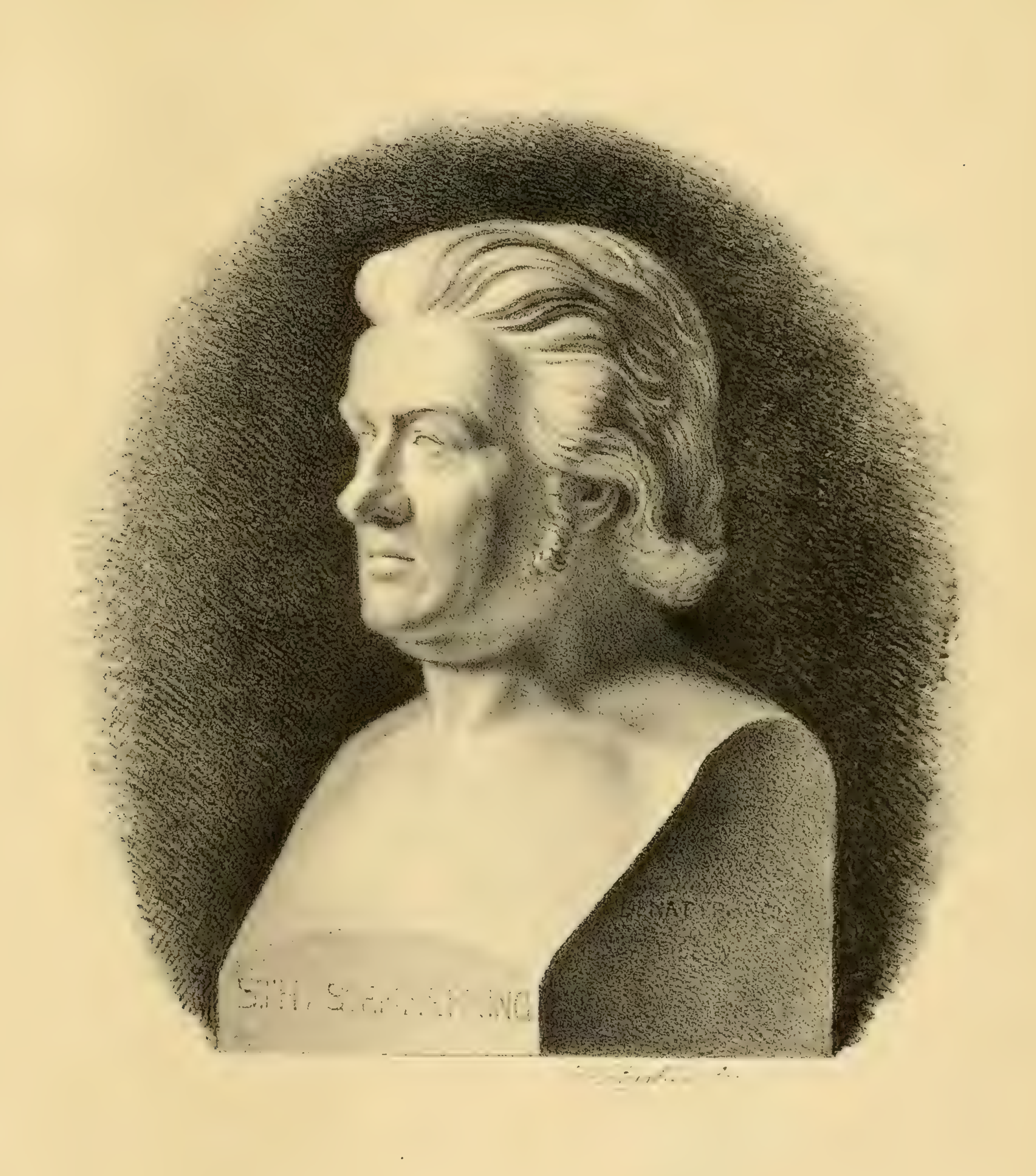
Photographie.



Geometrische Zeichnung

Frankfurt a/M.





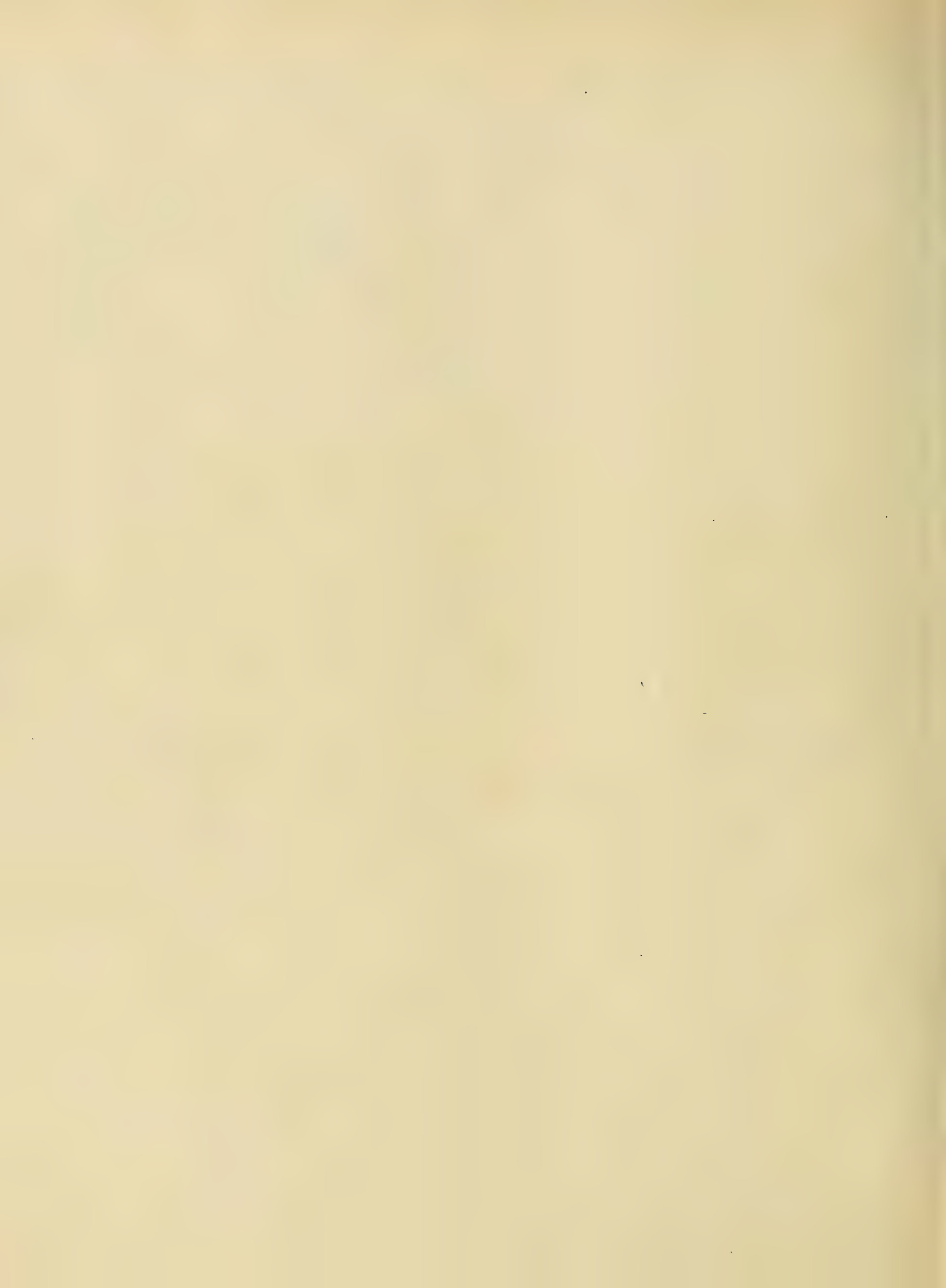
Geometrische Zeichnung

Gedruckt bei J. Jung. Frankfurt a M.





Fig. 1.
Fig. 5.
Fig. 6.



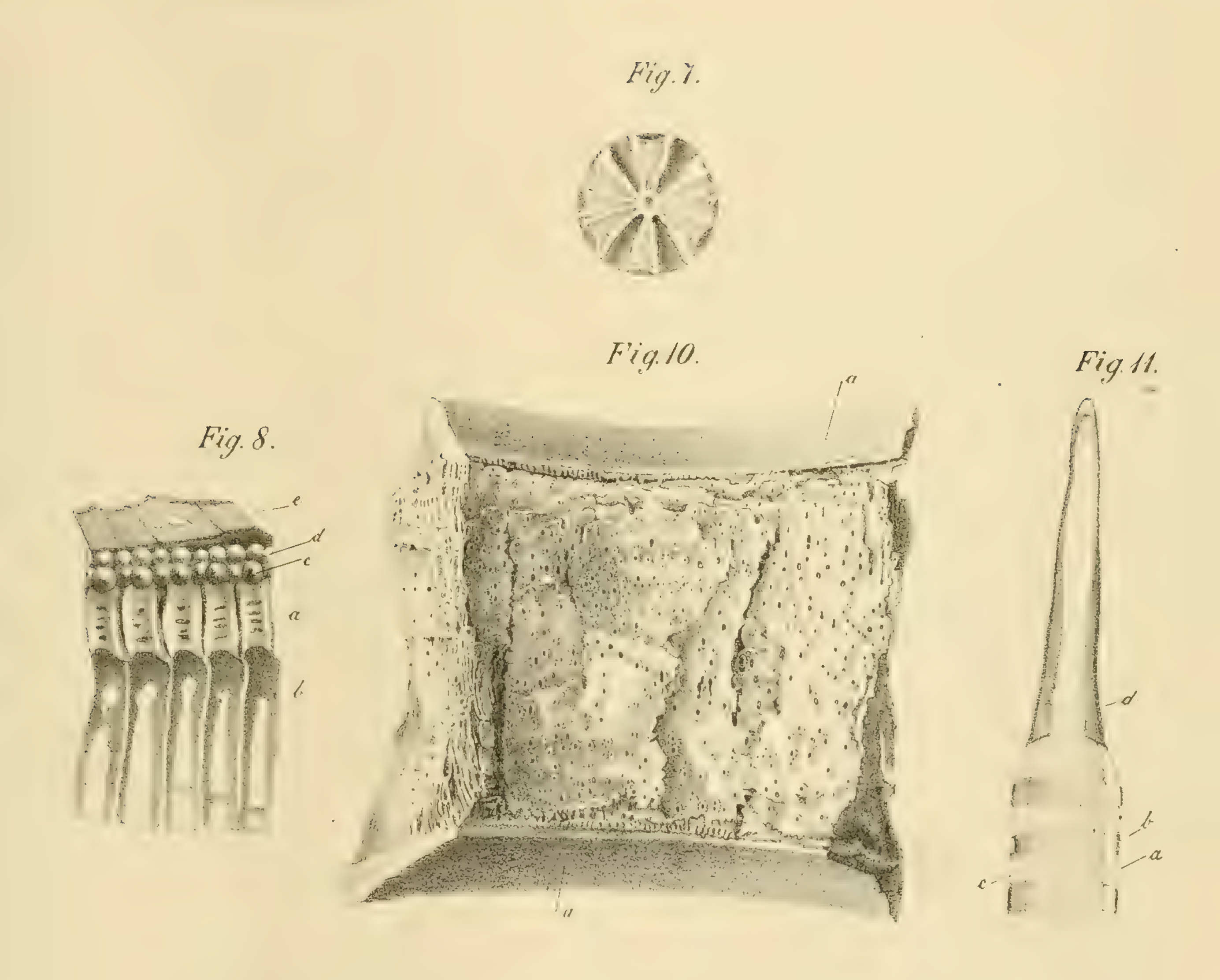
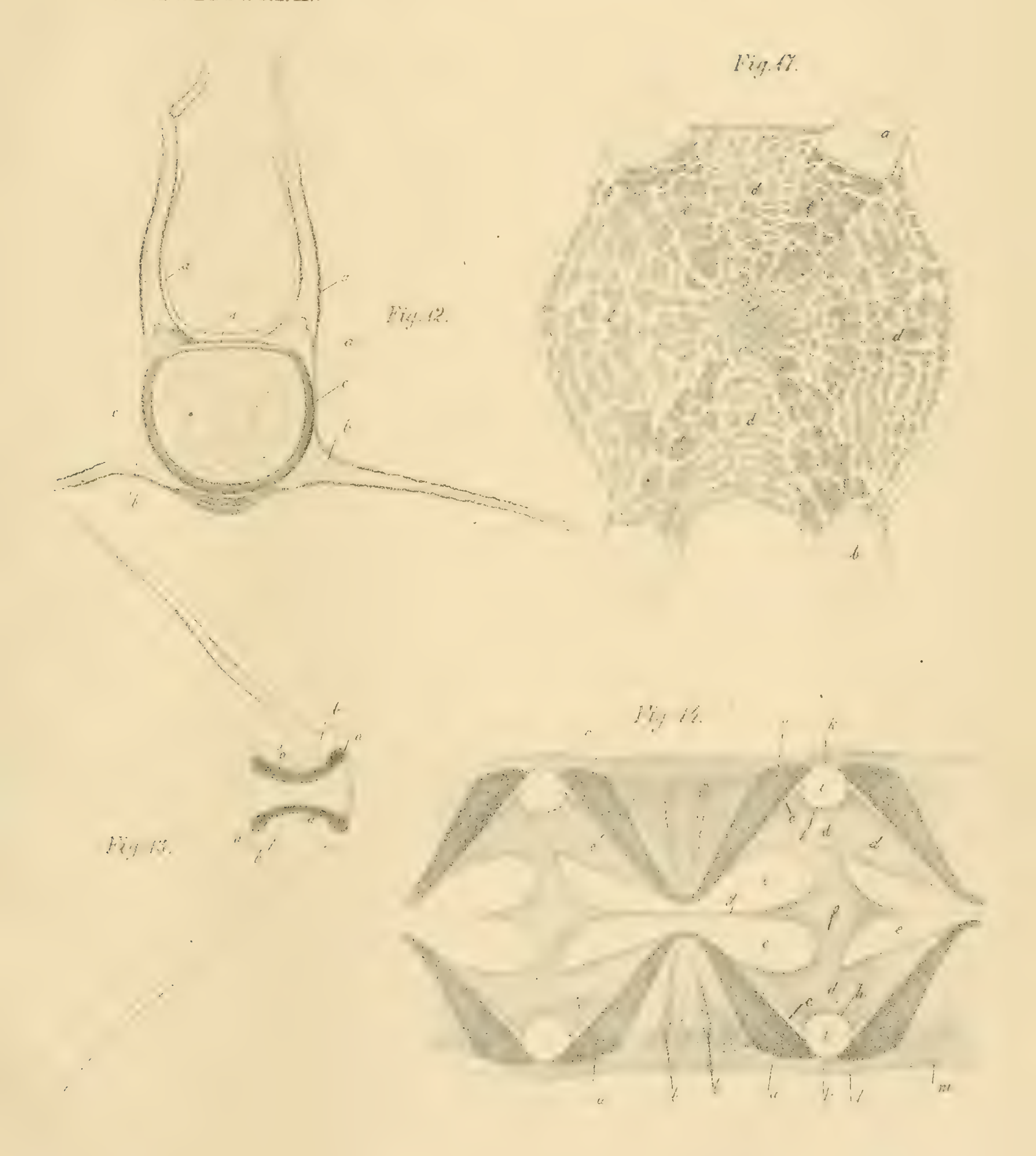
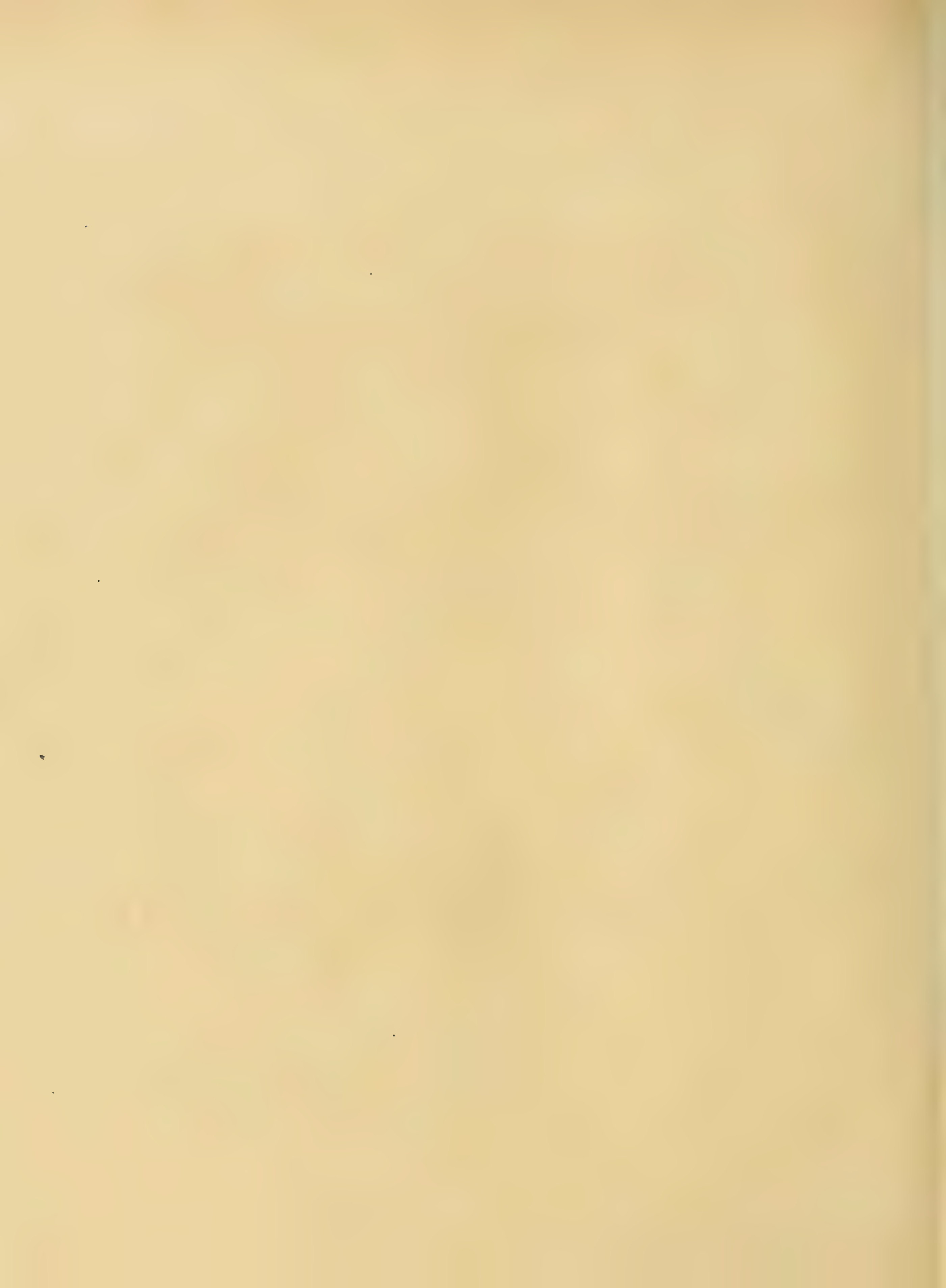


Fig. 9.




Fig. 17.
Fig. 12.
Fig. 13.
Fig. 14.



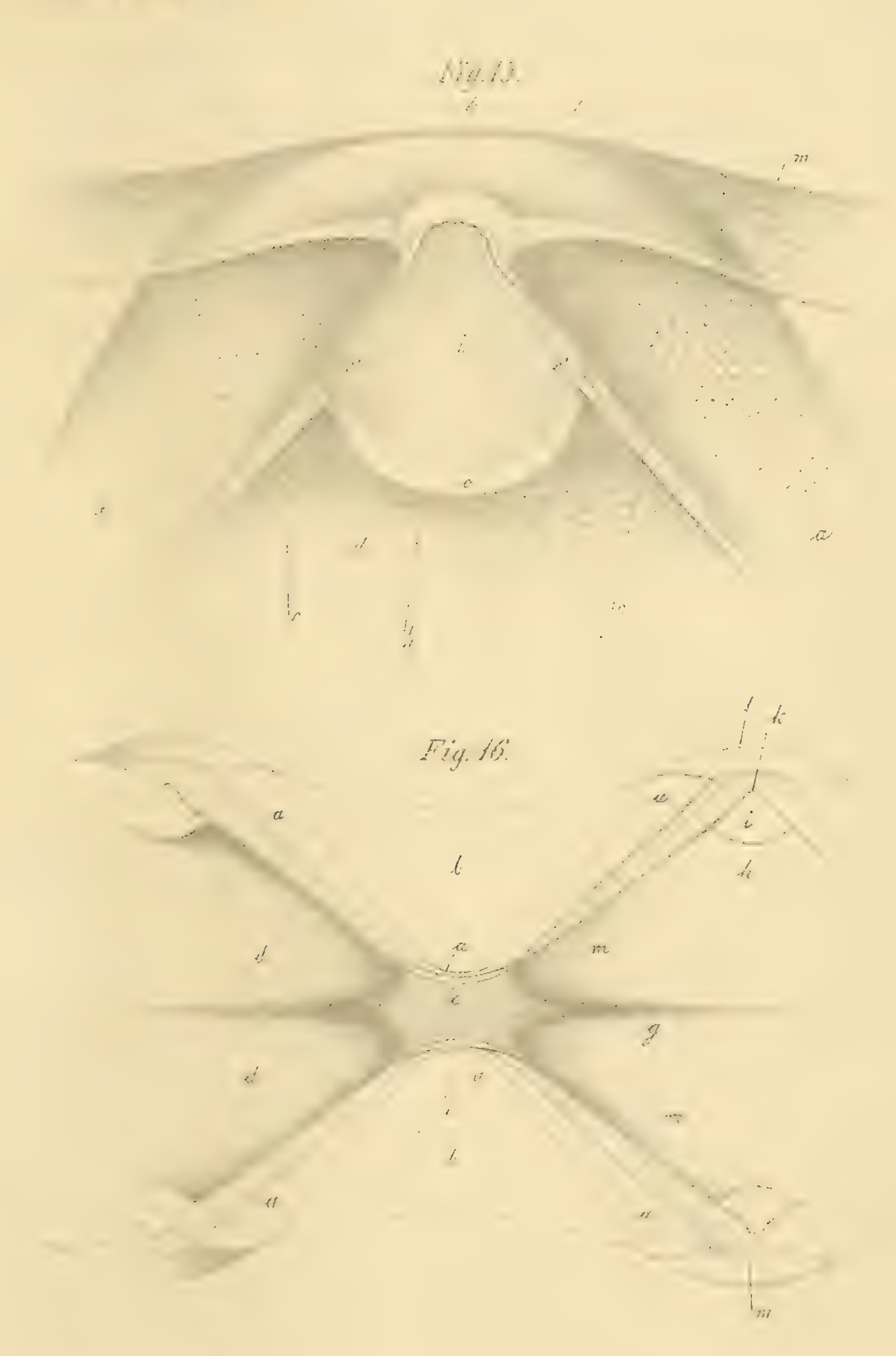


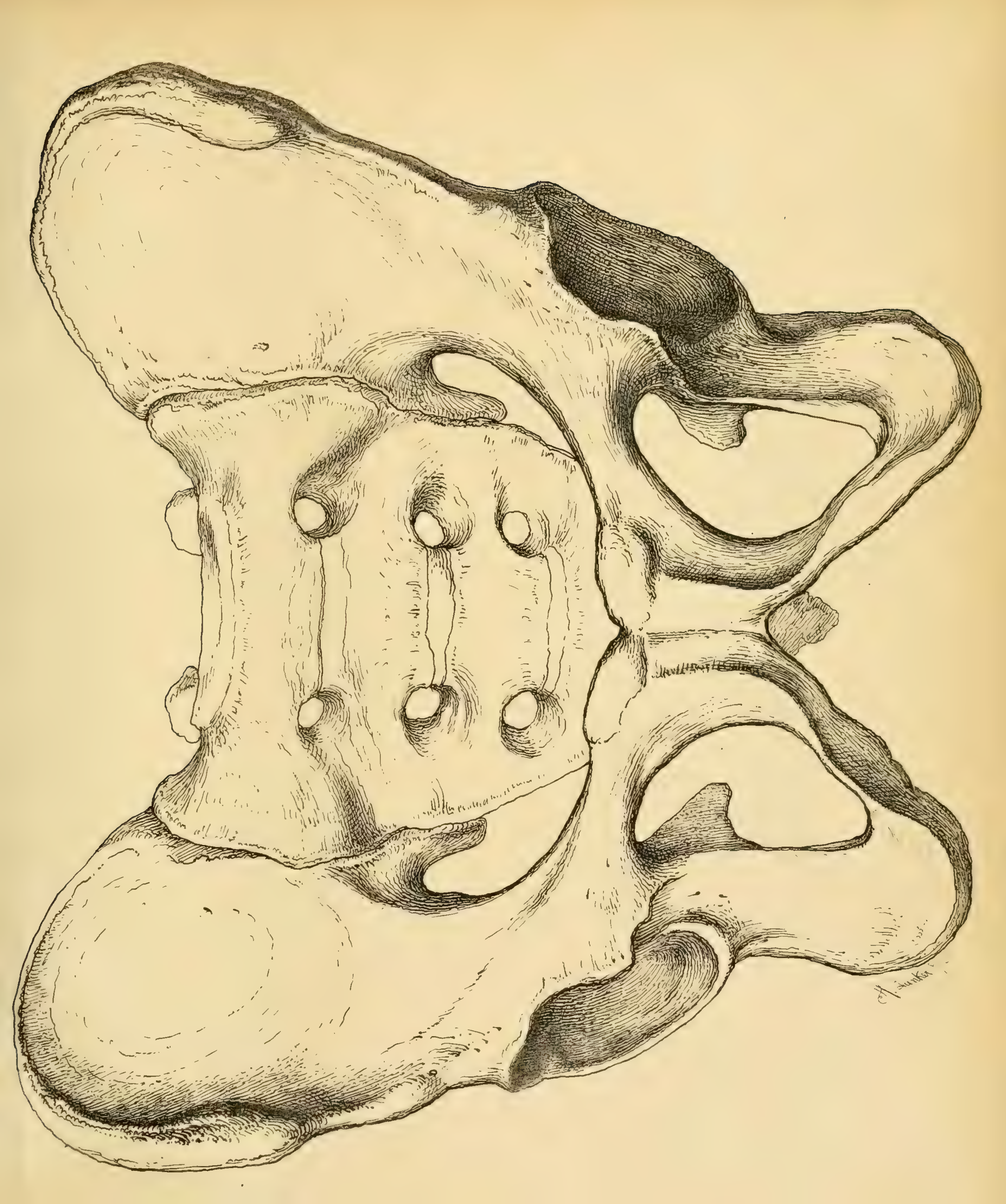
Fig. 15.
i
c
a
Fig. 16.
k
a
i
h
l
a
d
m
c
g
d
m
a
a
m





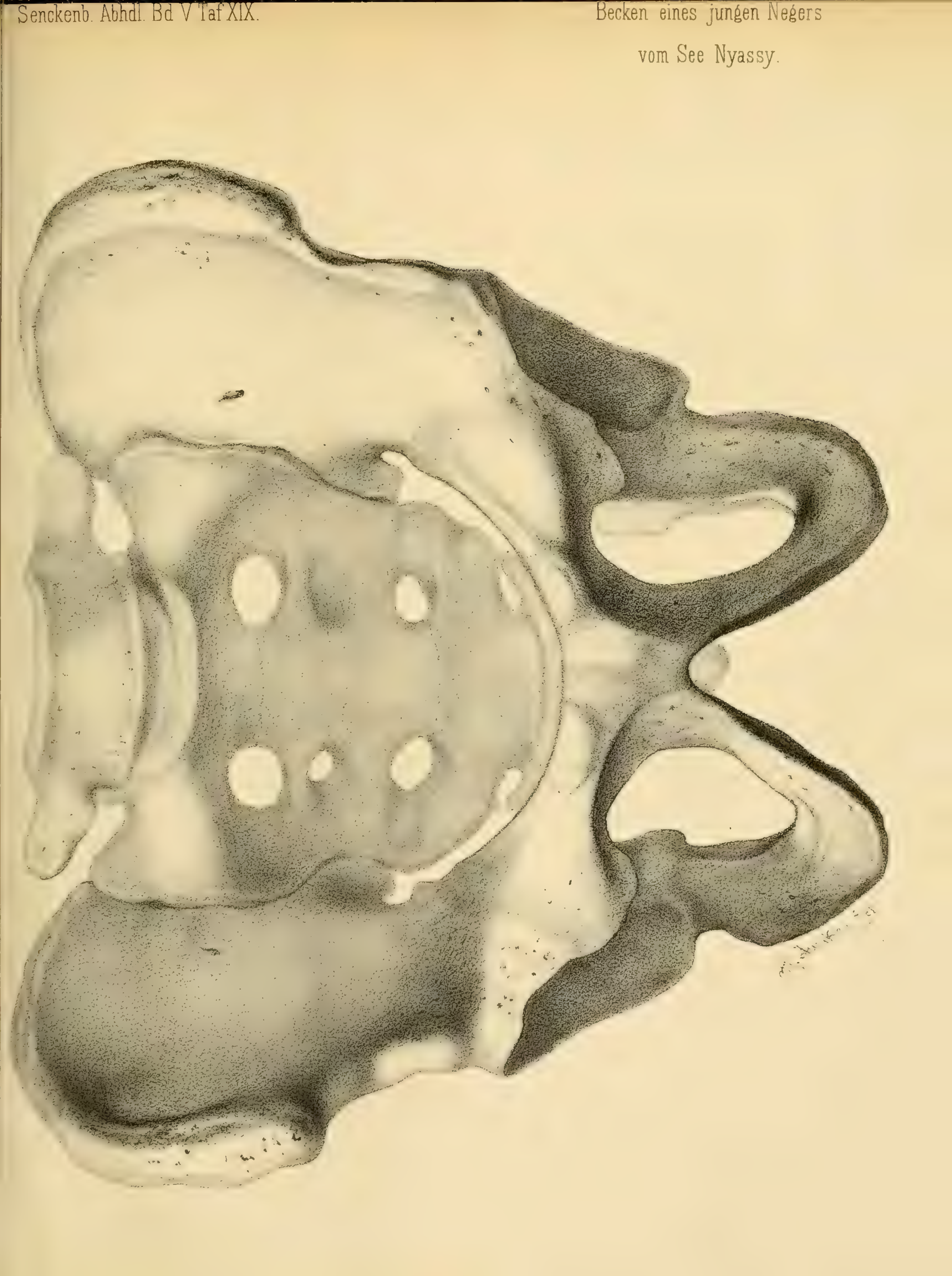


Becken des Eunuchen Skelets.



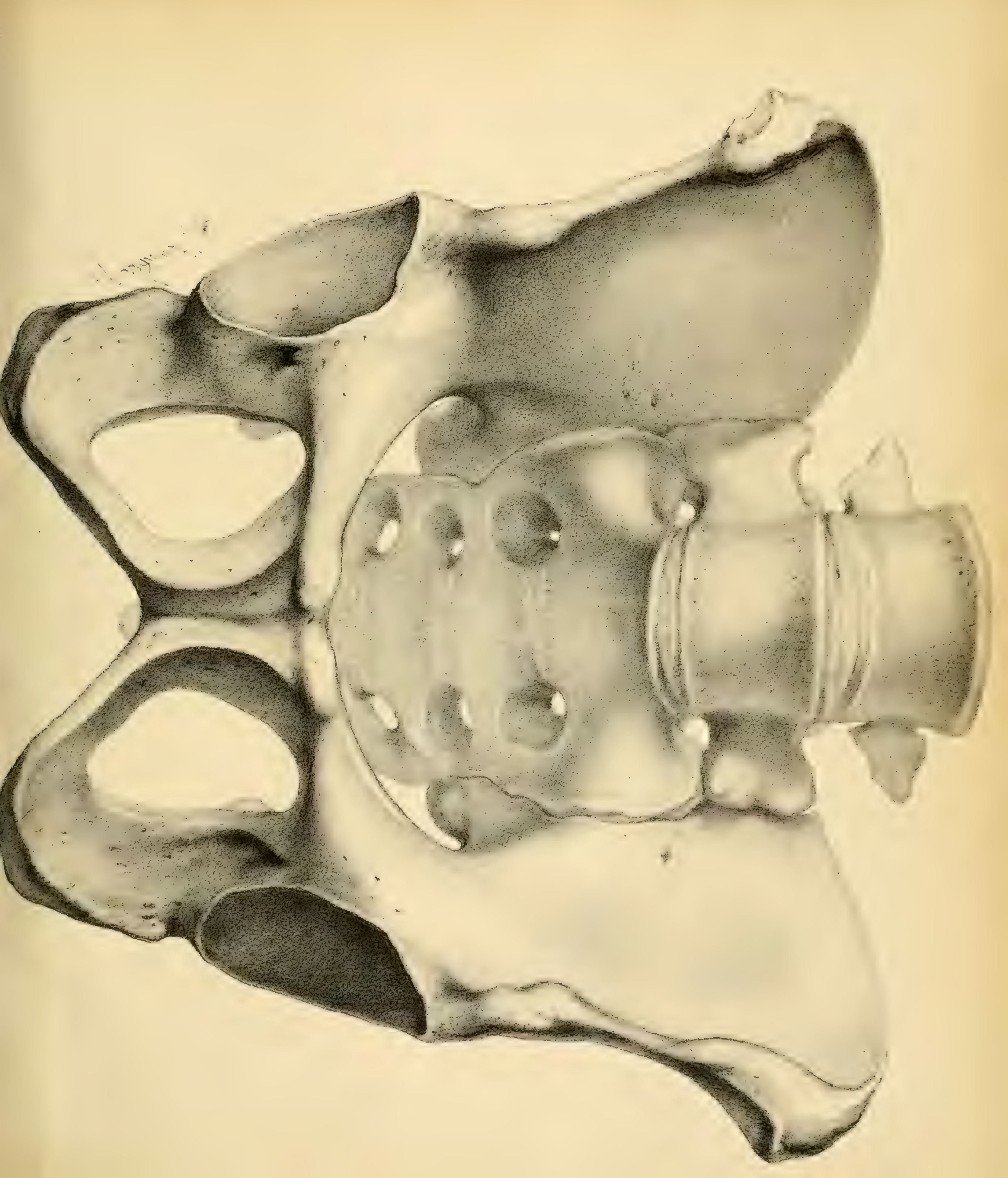


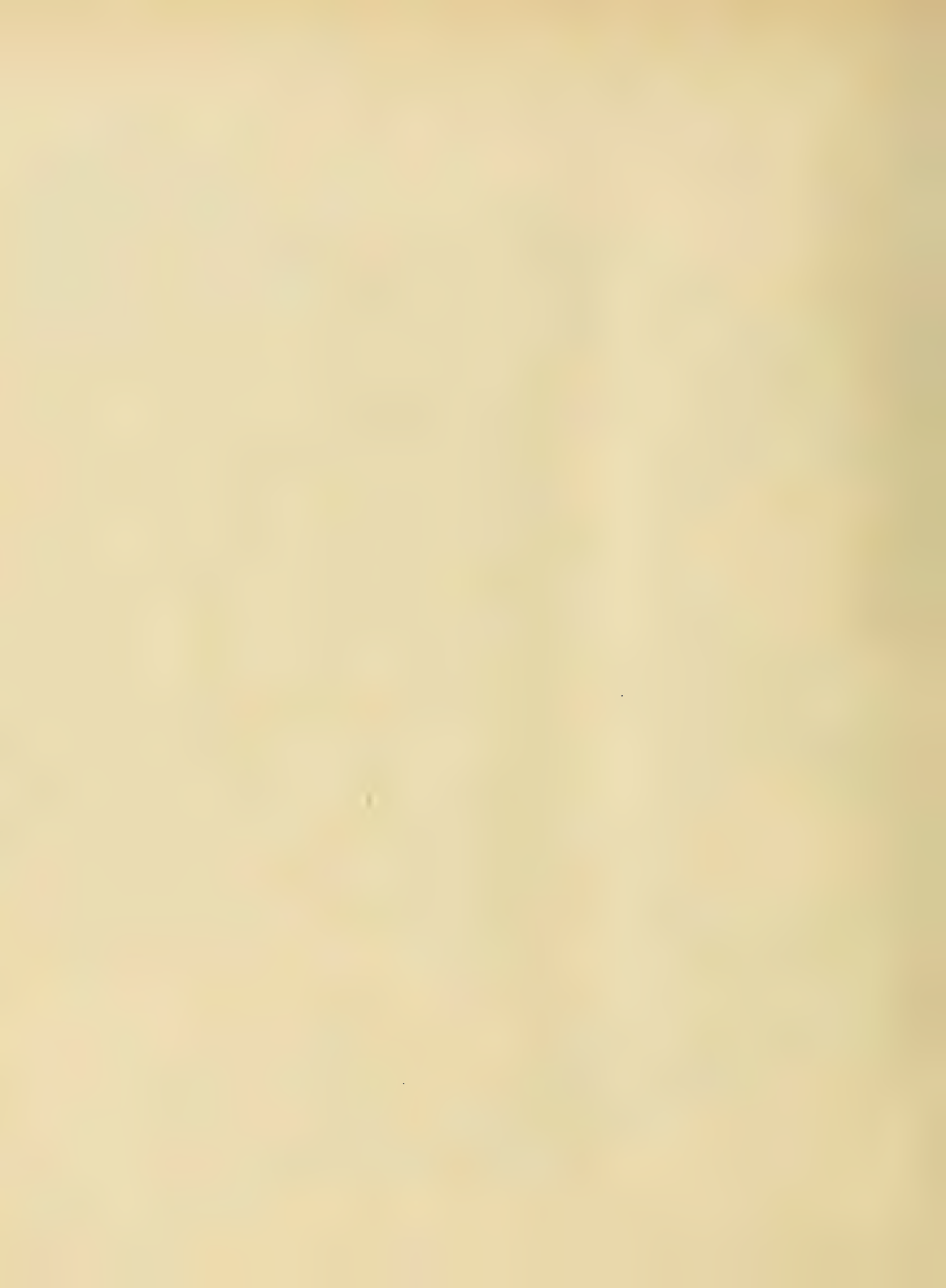
Becken eines jungen Negers
vom See Nyassy.

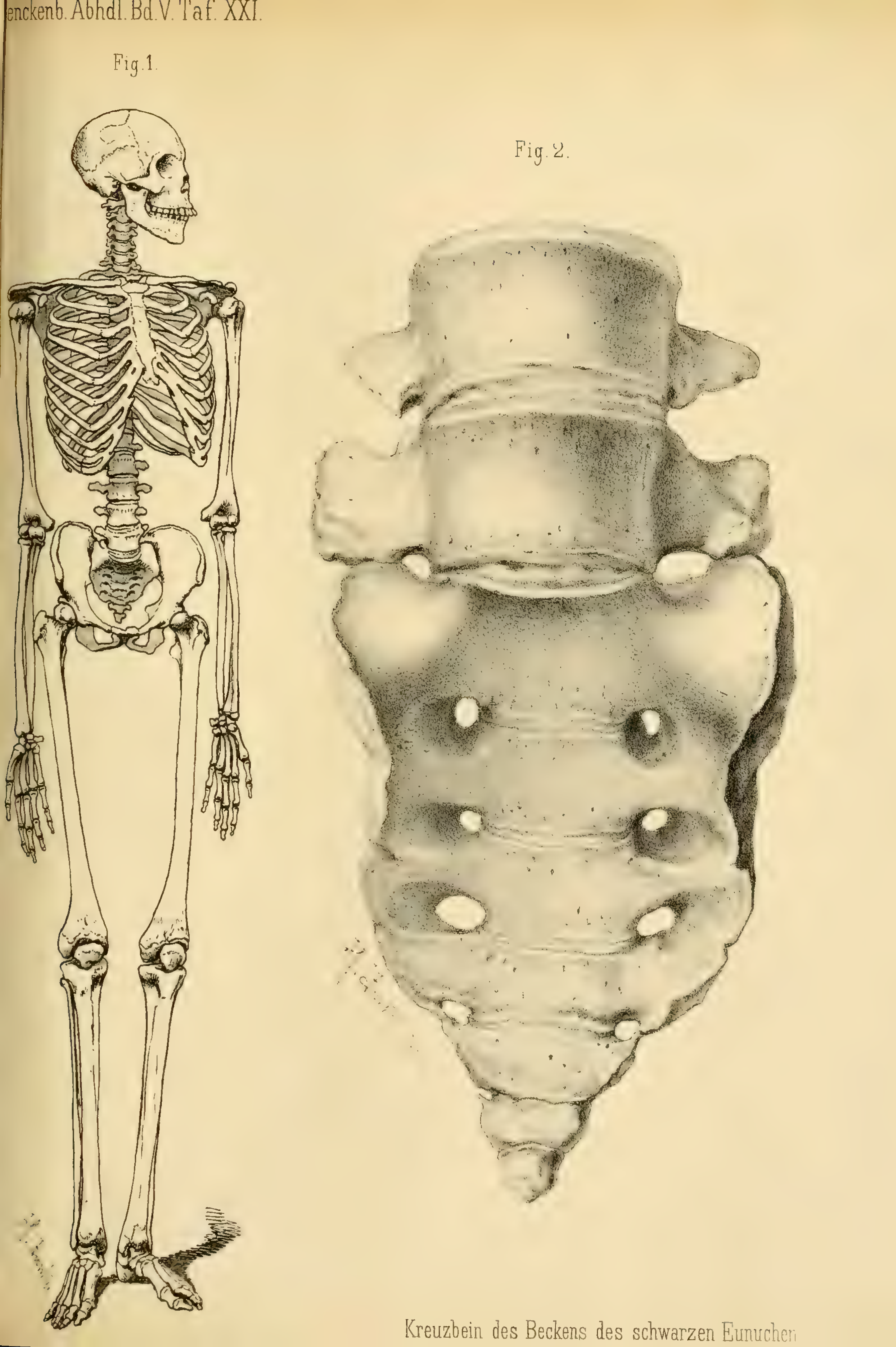




Becken eines schwarzen Eunuchen.







Kreuzbein des Beckens des schwarzen Eunuchen



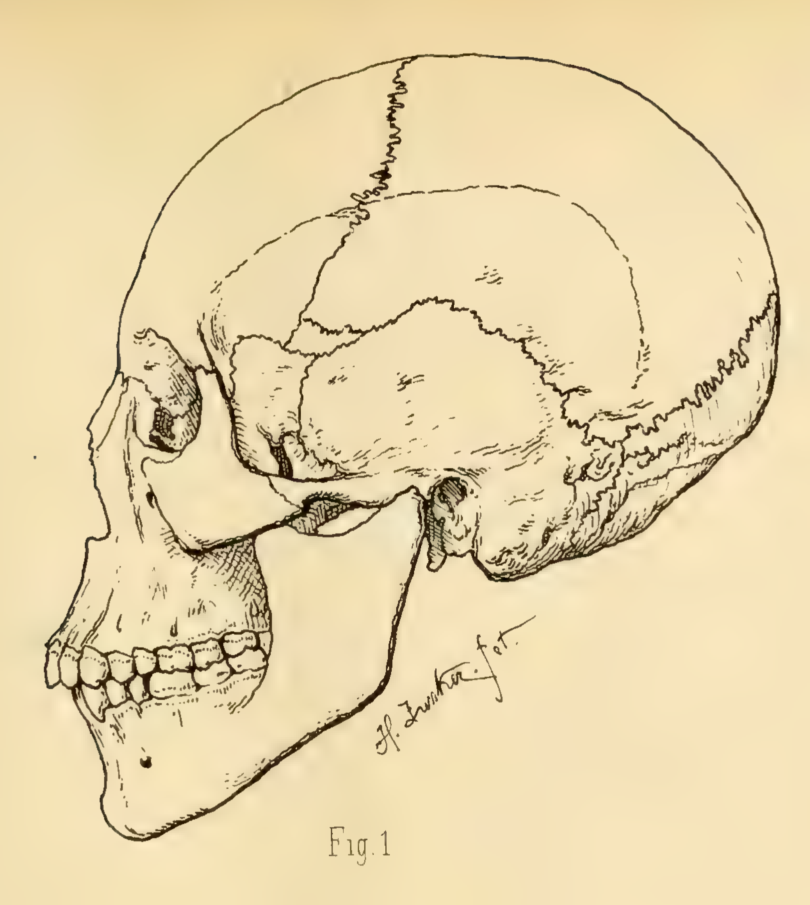


Fig.1



Fig 2

Einzelner Eunuchen Schädel.

Fig 3.

Fig 4



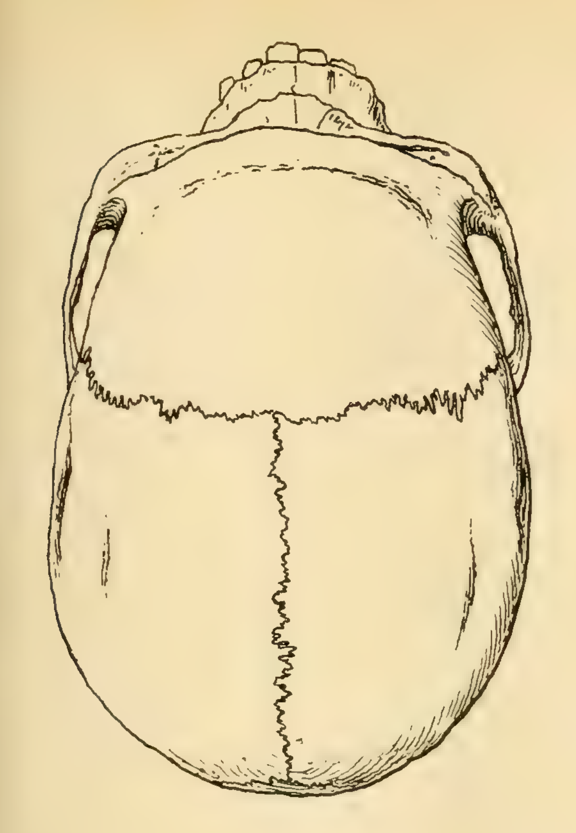


Fig 1

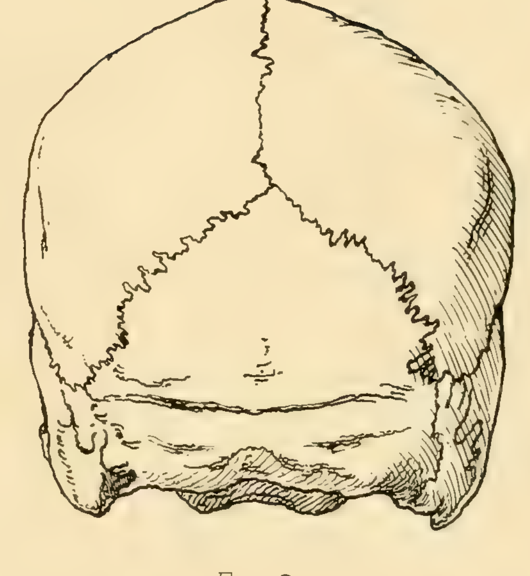


Fig 2.

Einzelner Eunuchen Schädel.

Fig 3

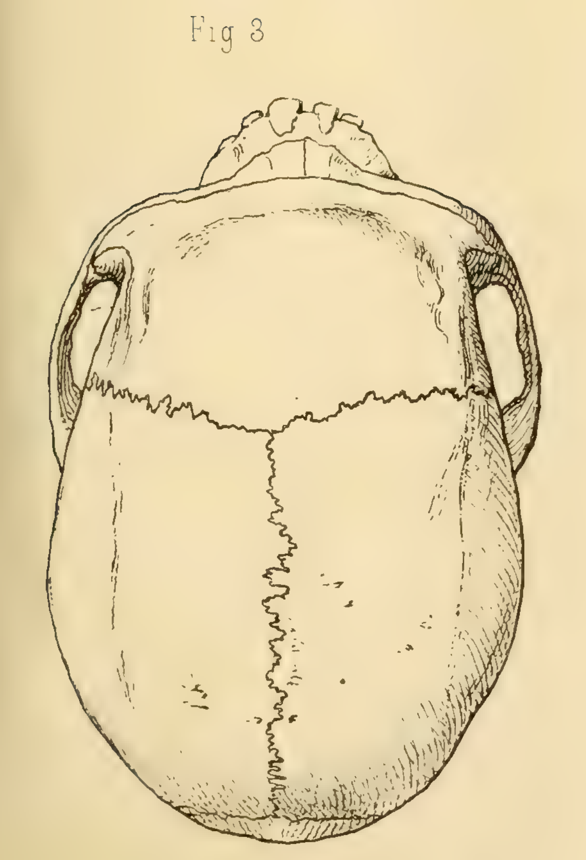


Fig 4

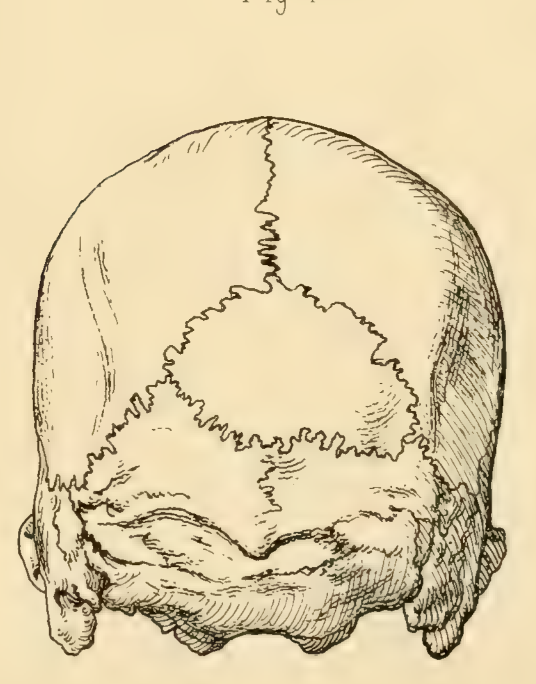




Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

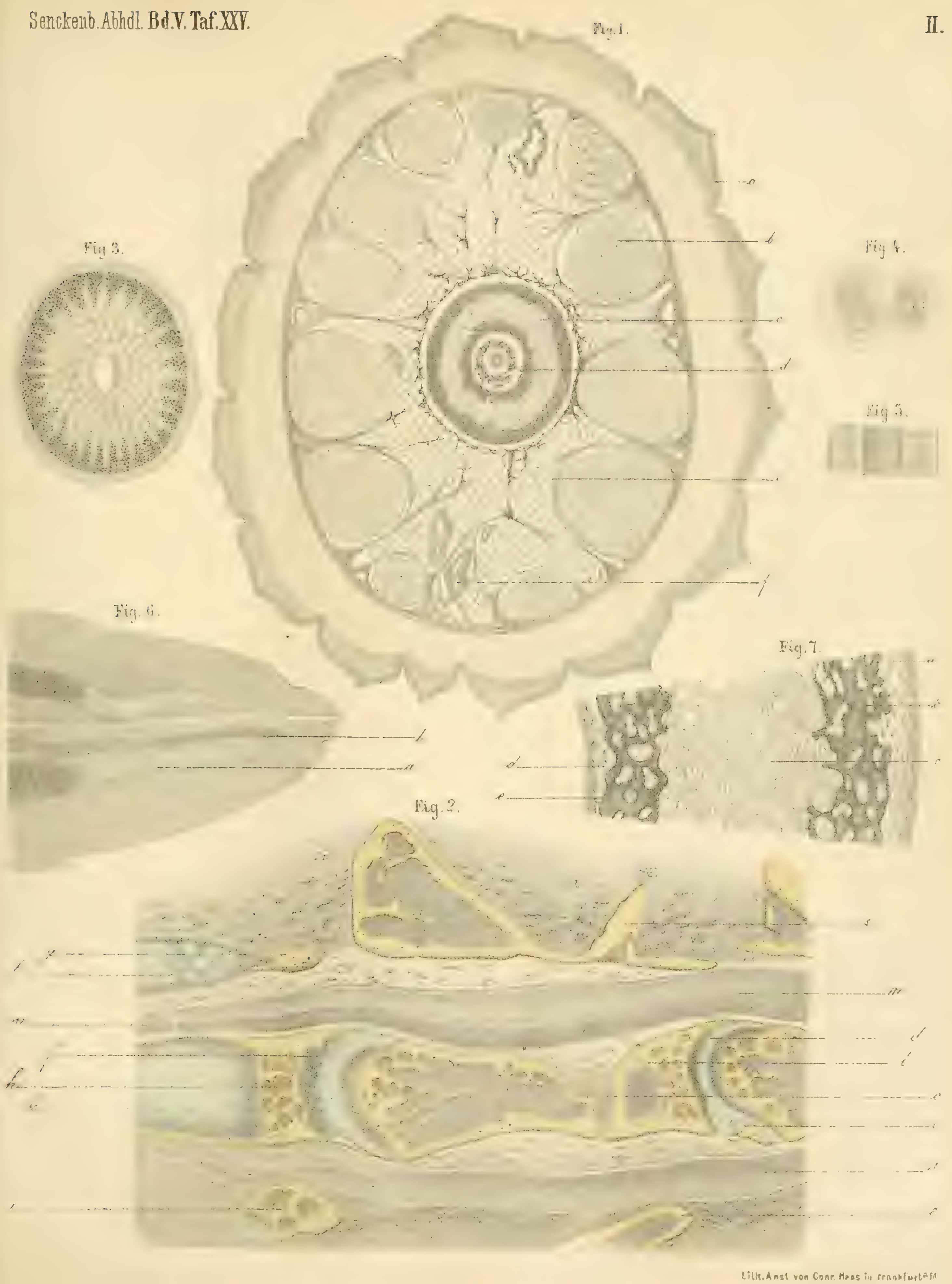
Fig. 6.

Fig. 7.

Fig. 8.

Lith. Anst. von Conr. Haas in Frankfurt a.M.





Lith. Anst. von Conr. Hess in Frankfurt a/M.

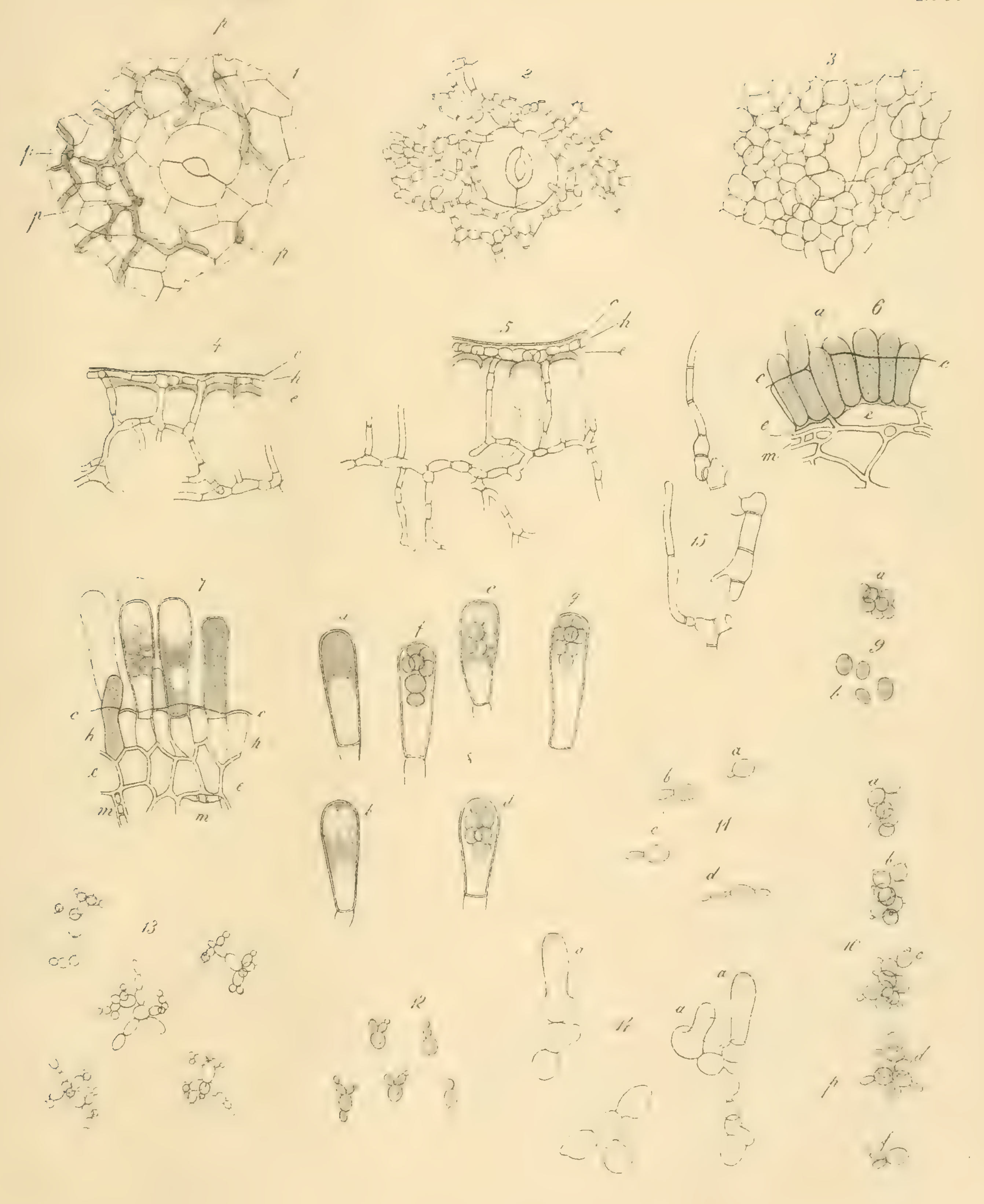



1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
a
b
c
n
p

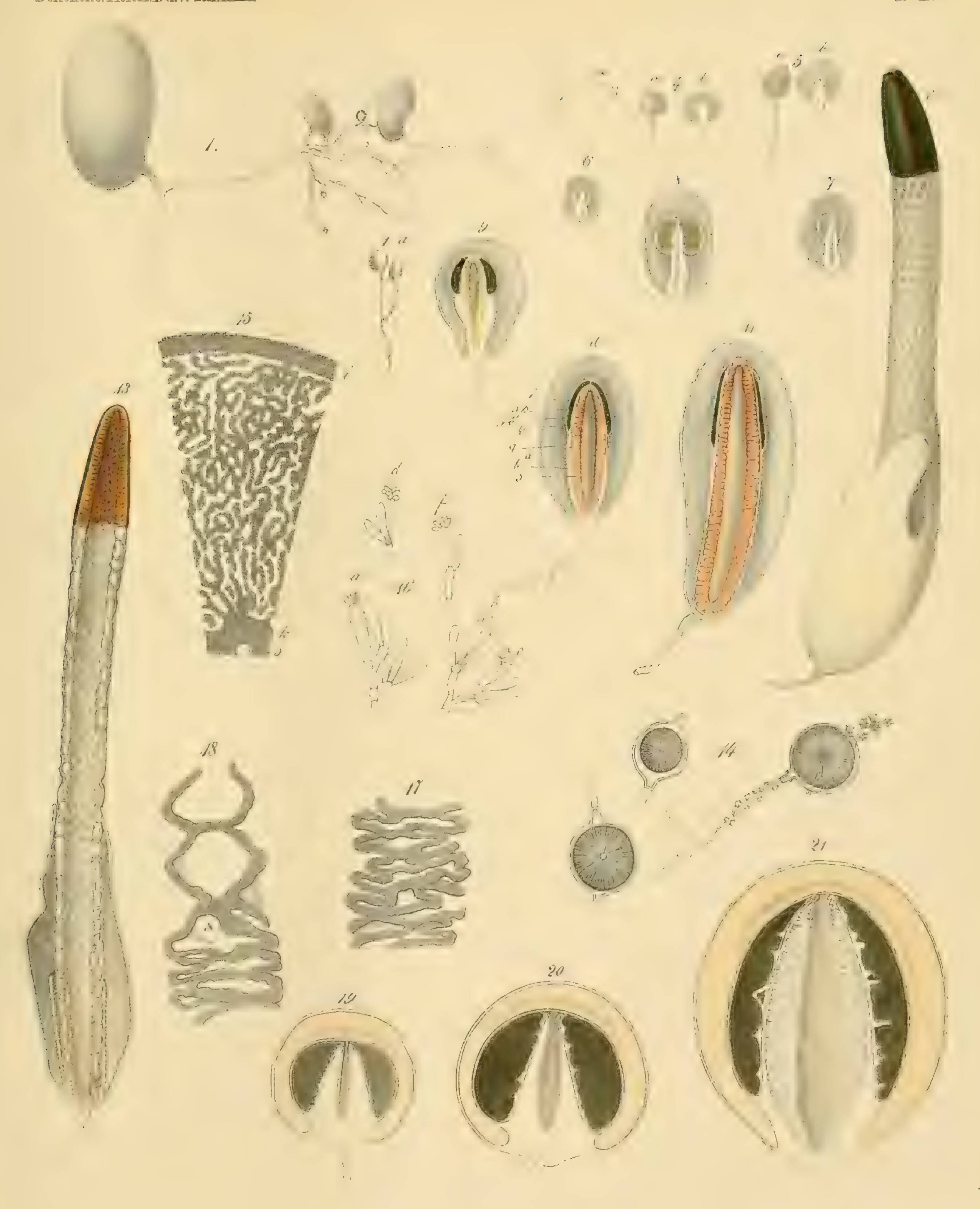


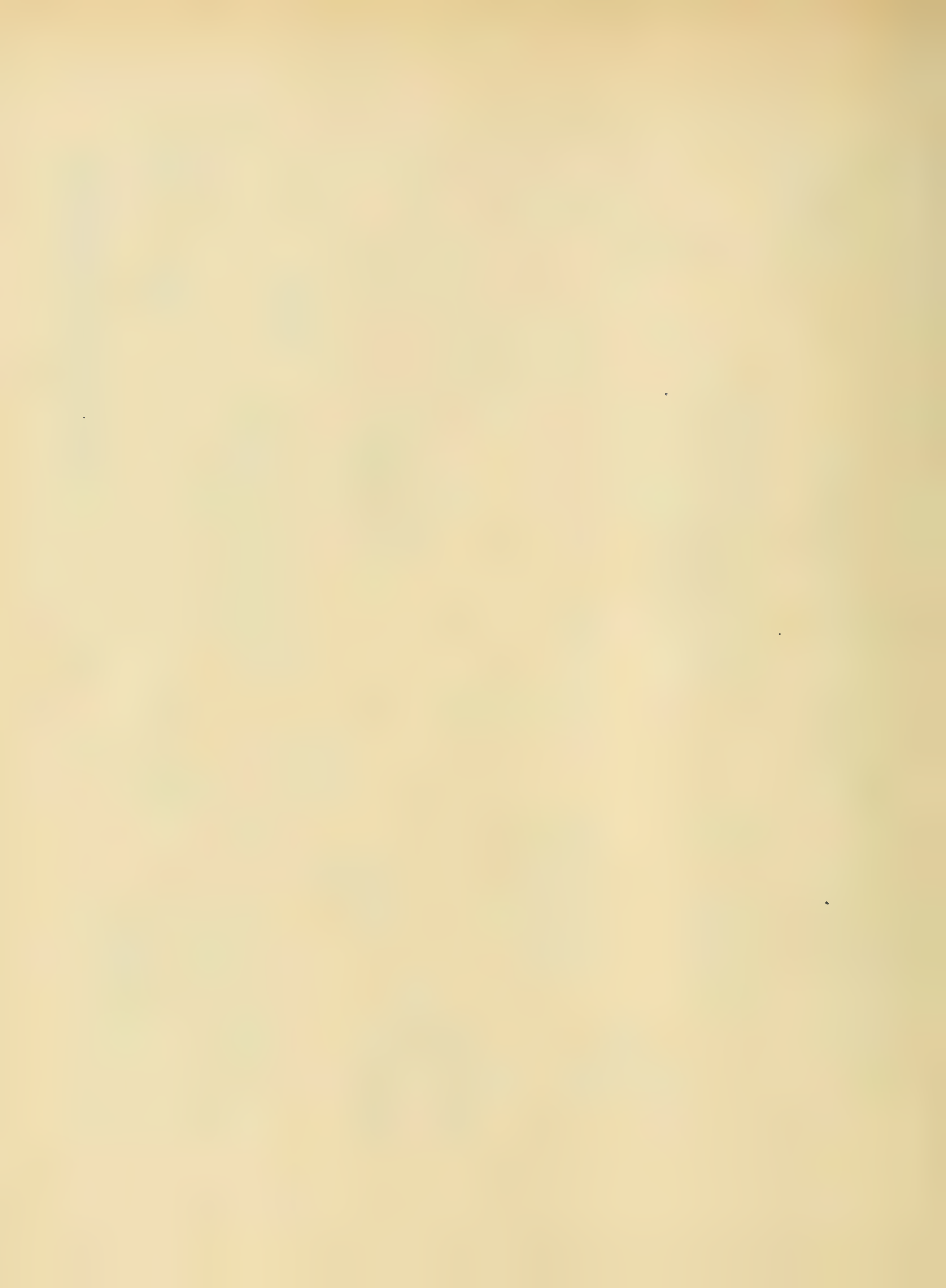


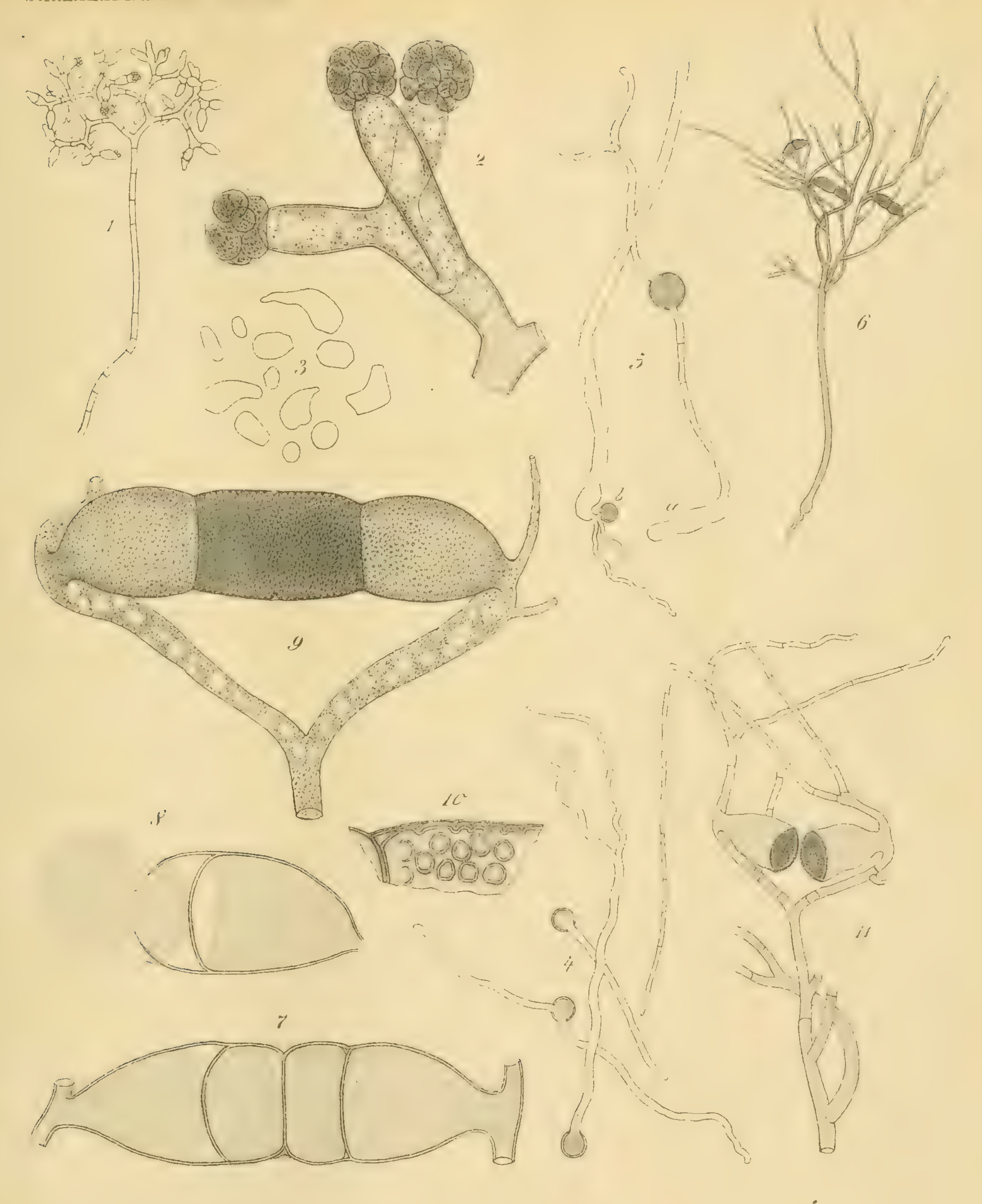




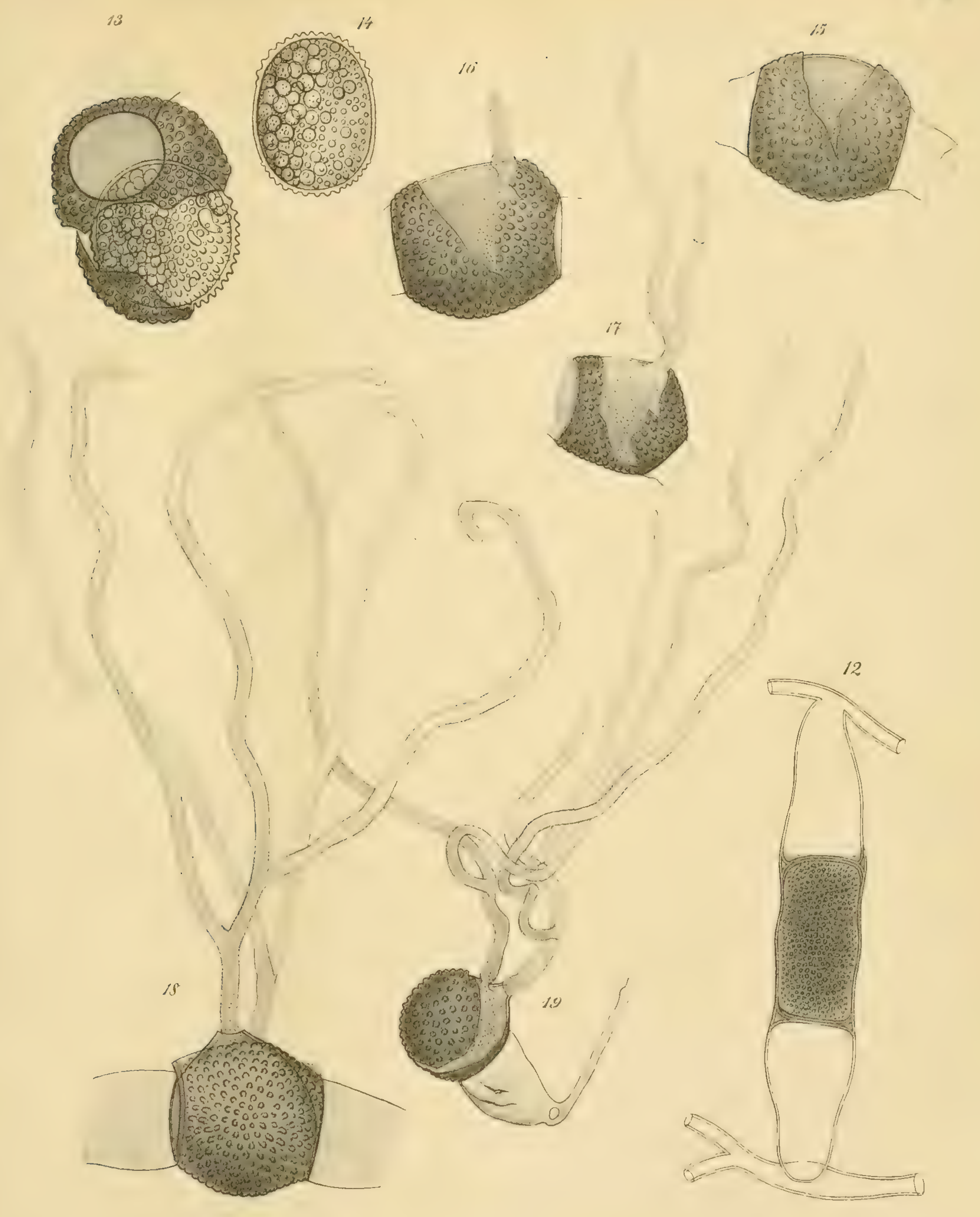




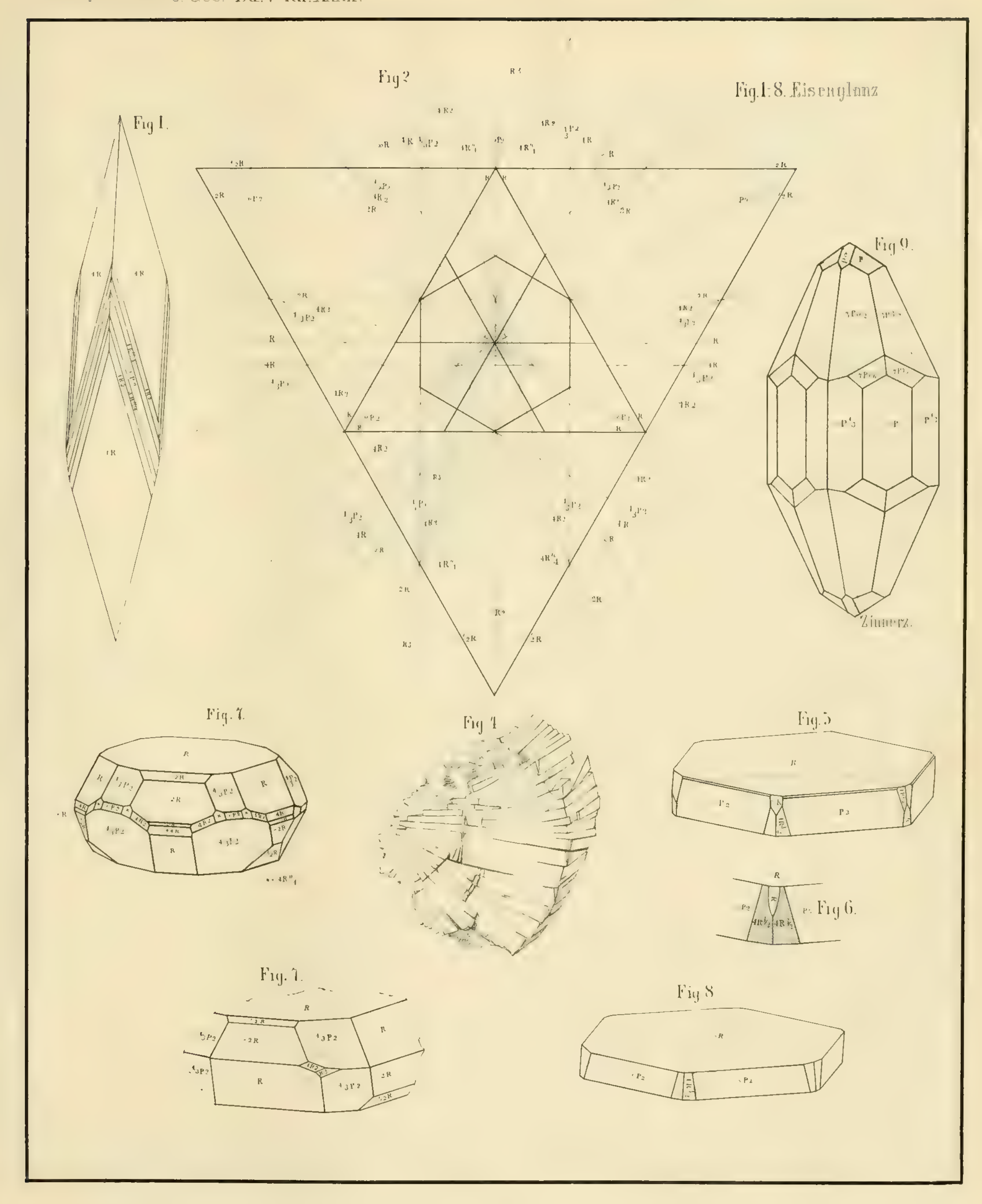



1
2
3
5
6
9
8
10
7
4
11

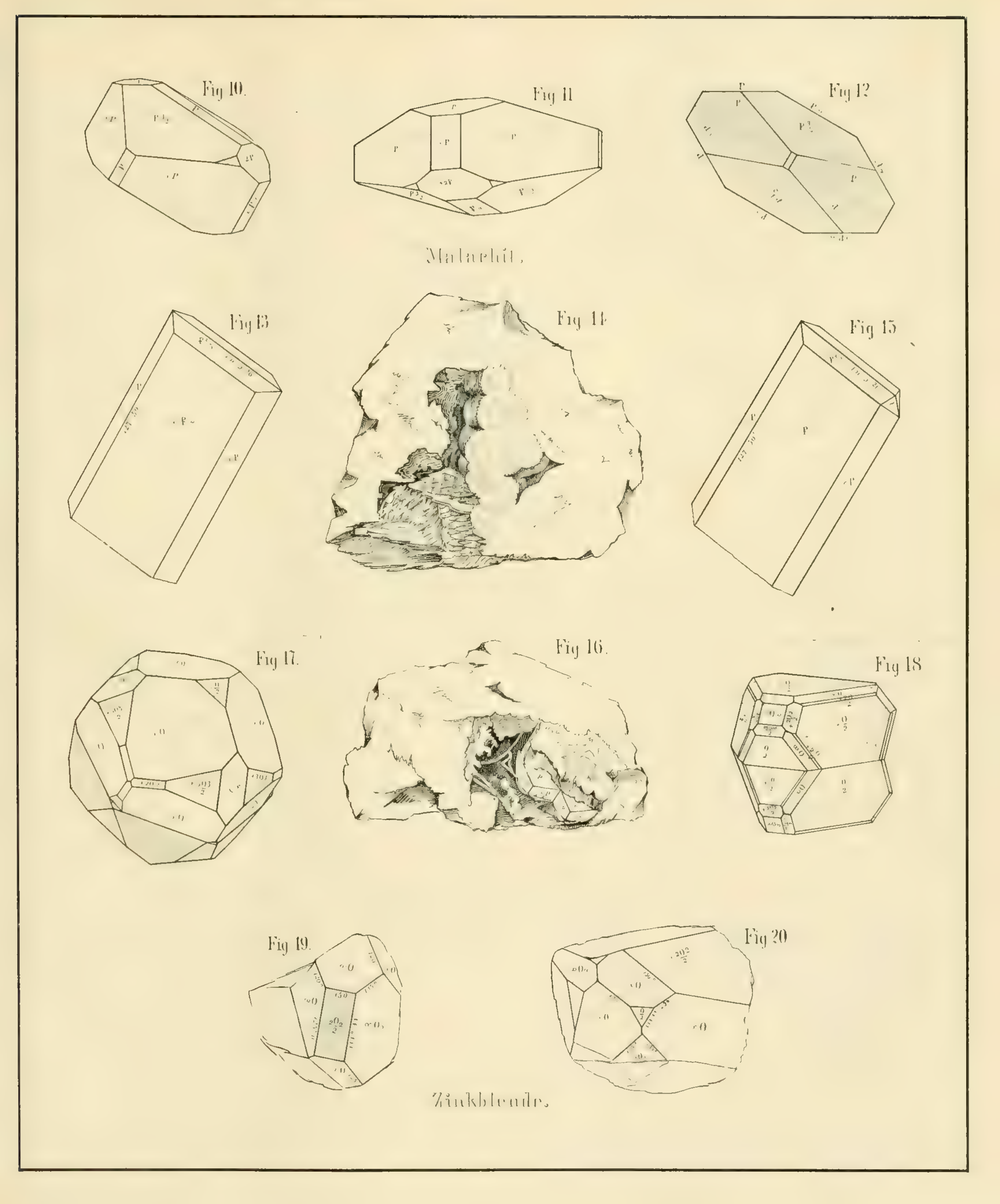


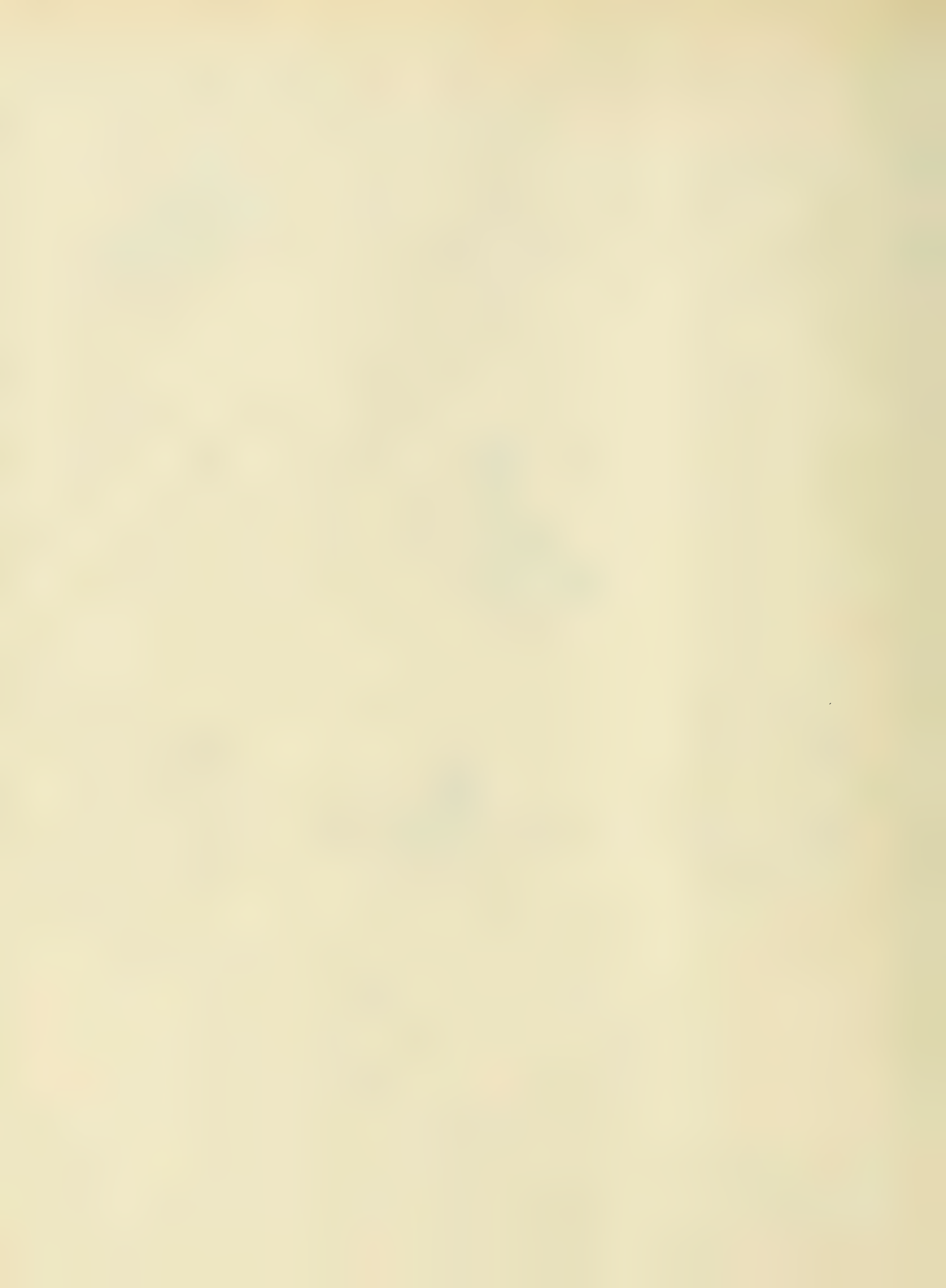

13
14
16
15
17
12
18
19

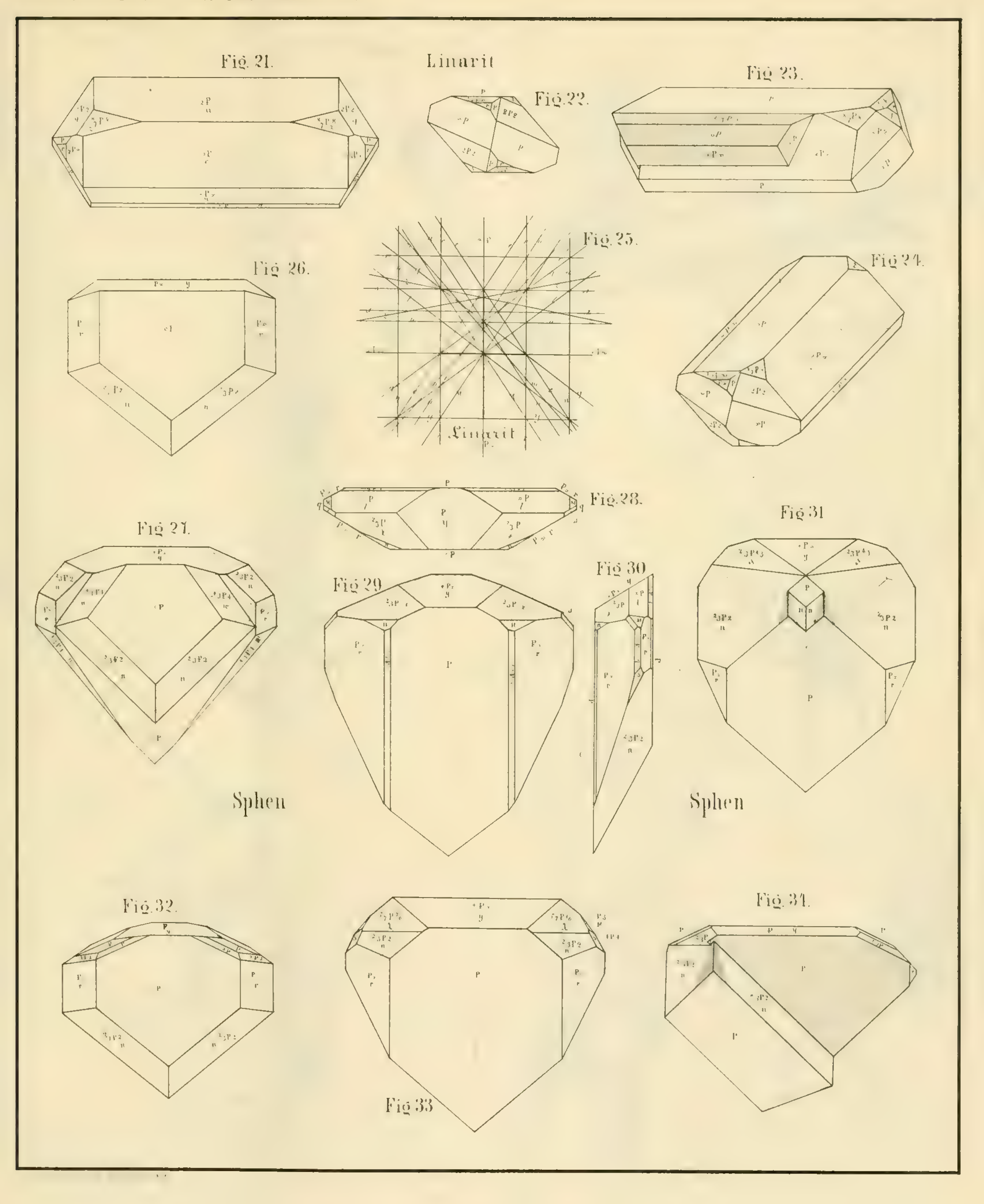



Fig. 1.
Fig. 2
Fig. 1-8. Eisenglanz
Fig. 9.
Zinnerz.
Fig. 7.
Fig. 4
Fig. 5
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8




Fig 10.
Fig 11
Fig 12
Malachit.
Fig 13
Fig 14
Fig 15
Fig 17.
Fig 16.
Fig 18
Fig 19.
Fig 20
Zinkblende.




Fig. 21.
Linarit
Fig. 22.
Fig. 23.
Fig. 25.
Fig. 26.
Fig. 24.
Linarit
Fig. 28.
Fig. 31
Fig. 27.
Fig. 30
Fig. 29
Sphen
Sphen
Fig. 32.
Fig. 34.
Fig. 33

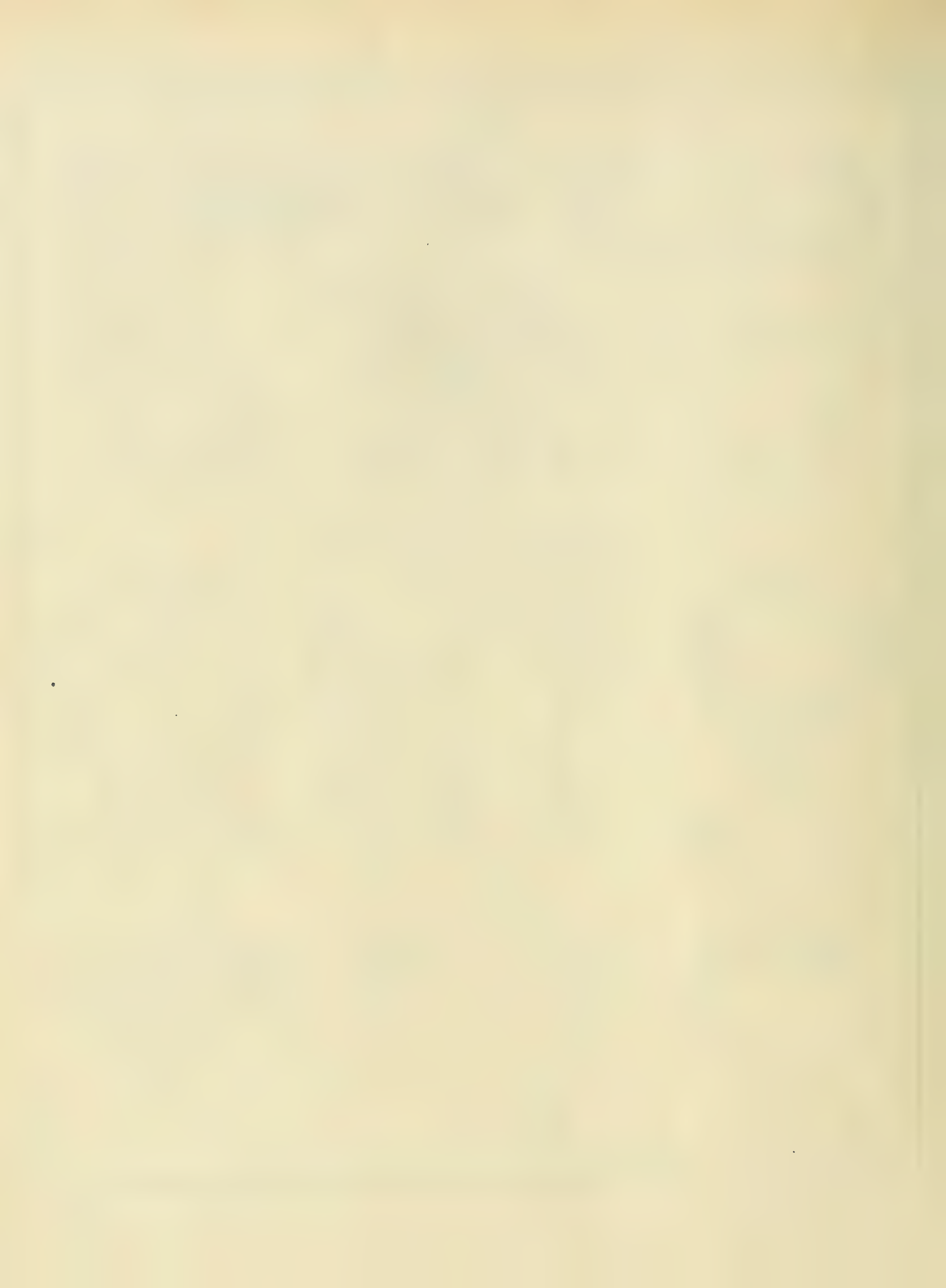
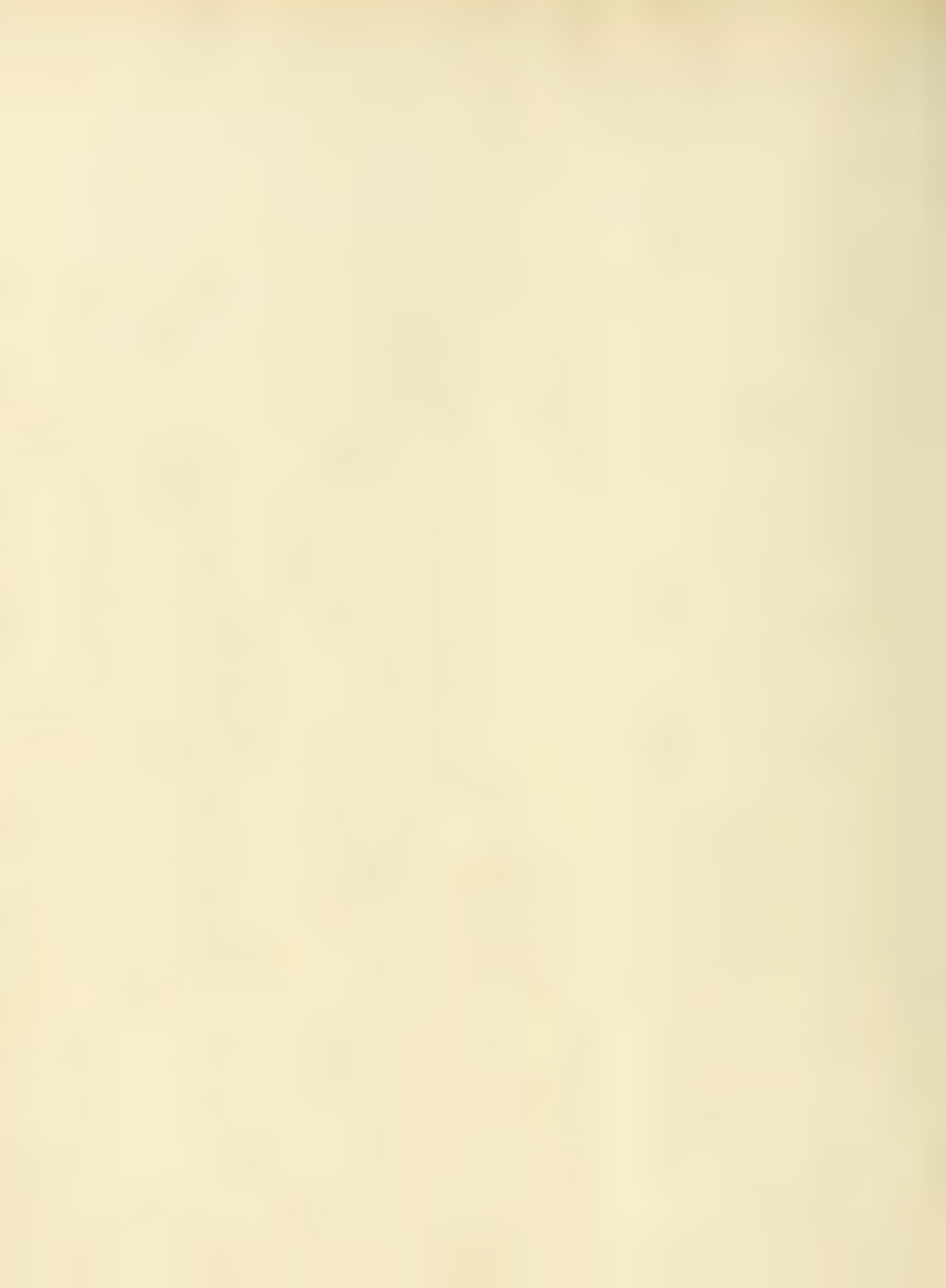




Fig. 1 u. 2. Neger. Fig. 3 u. 4. Colobus Guereza. Fig. 7. 9. Cynoceph. hamadrias. Fig. 10. Otolicn. senegalensis. Fig. 11–16. Phalangista ursina.



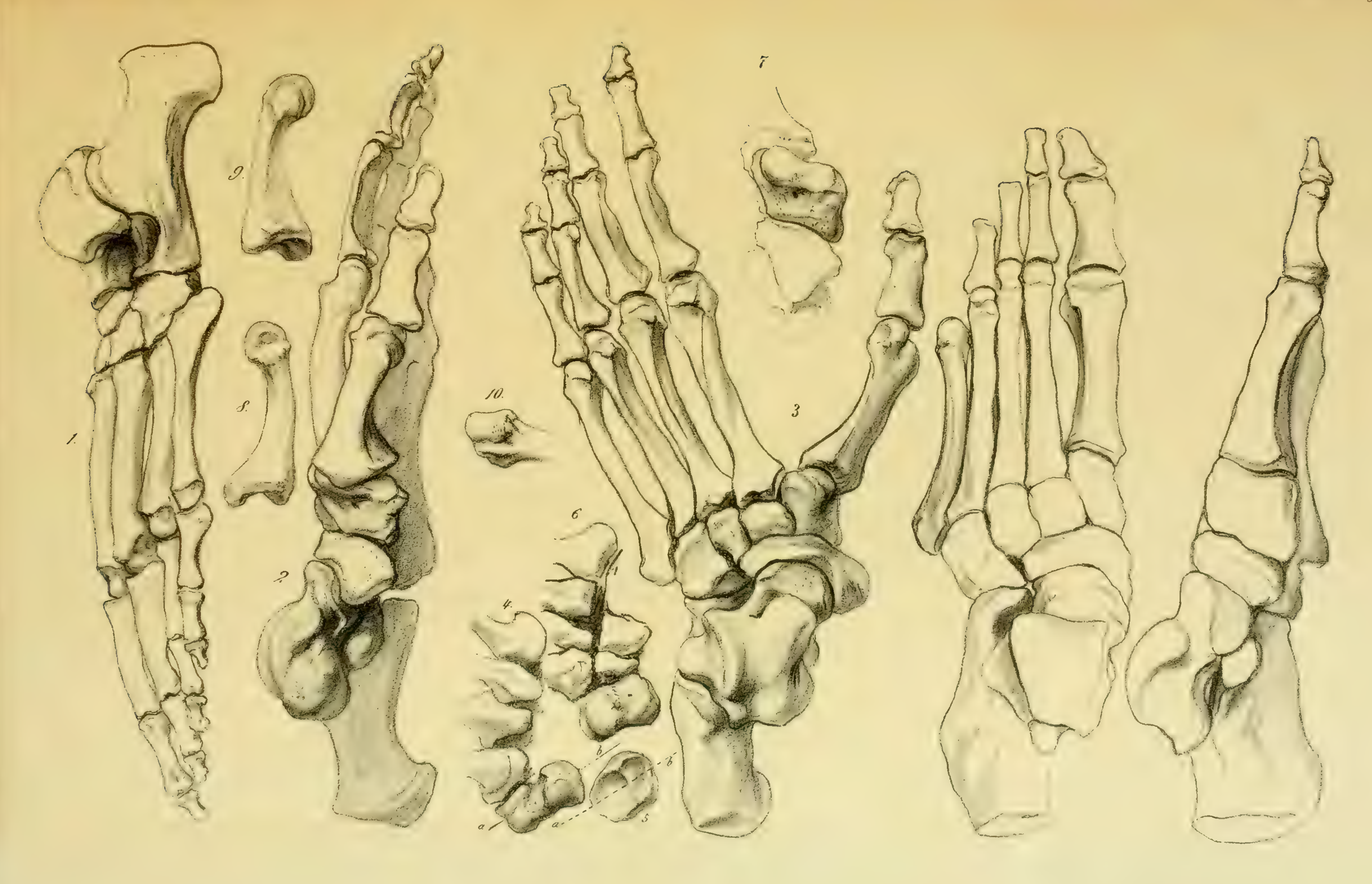


Fig. 1_10, Troglodytes Gorilla; fem.

Fig. 11 u. 12, Eingeborener der Insel Rotti.

Druck v. J. Jung. Frankfurt a/M.

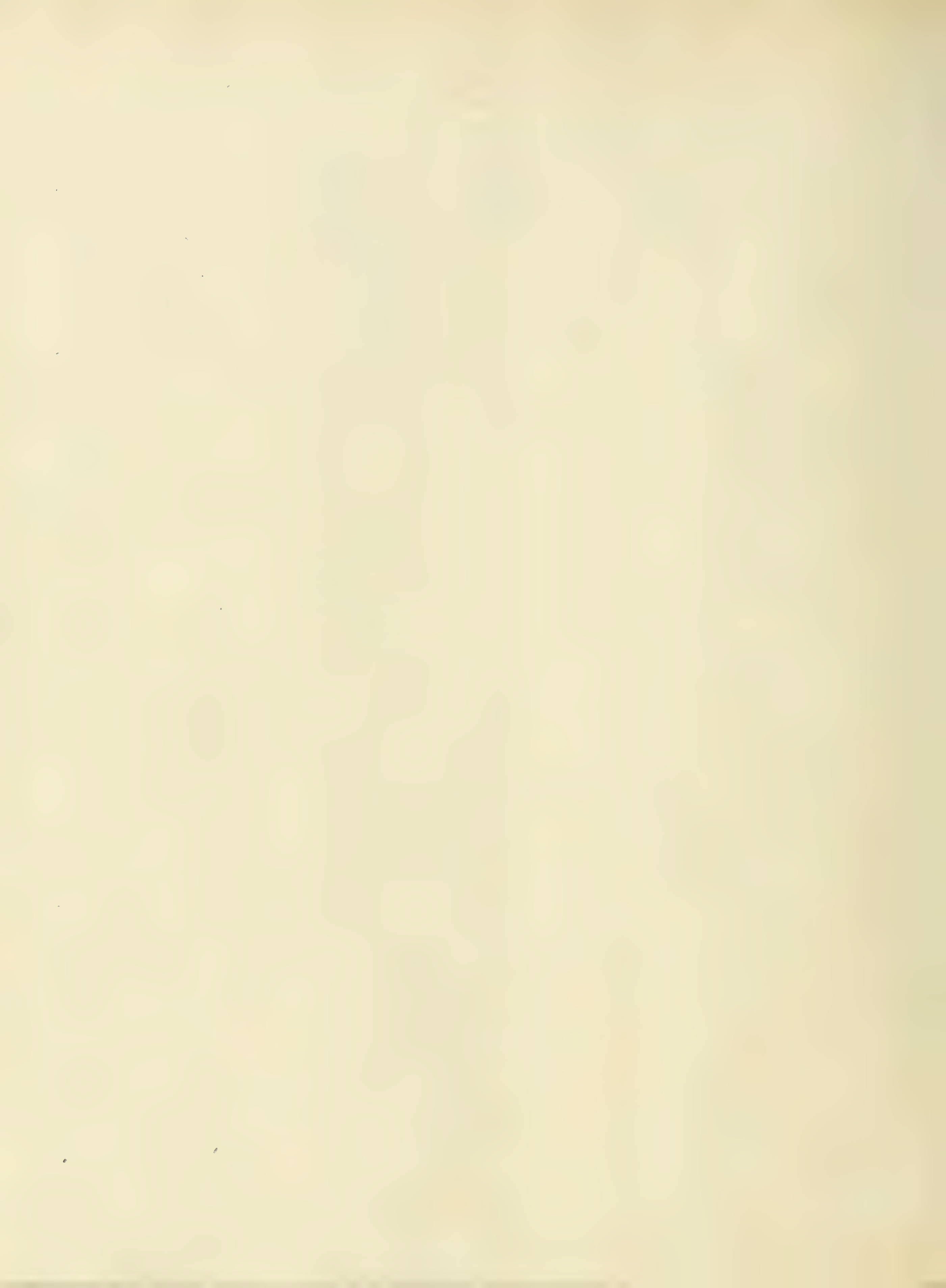
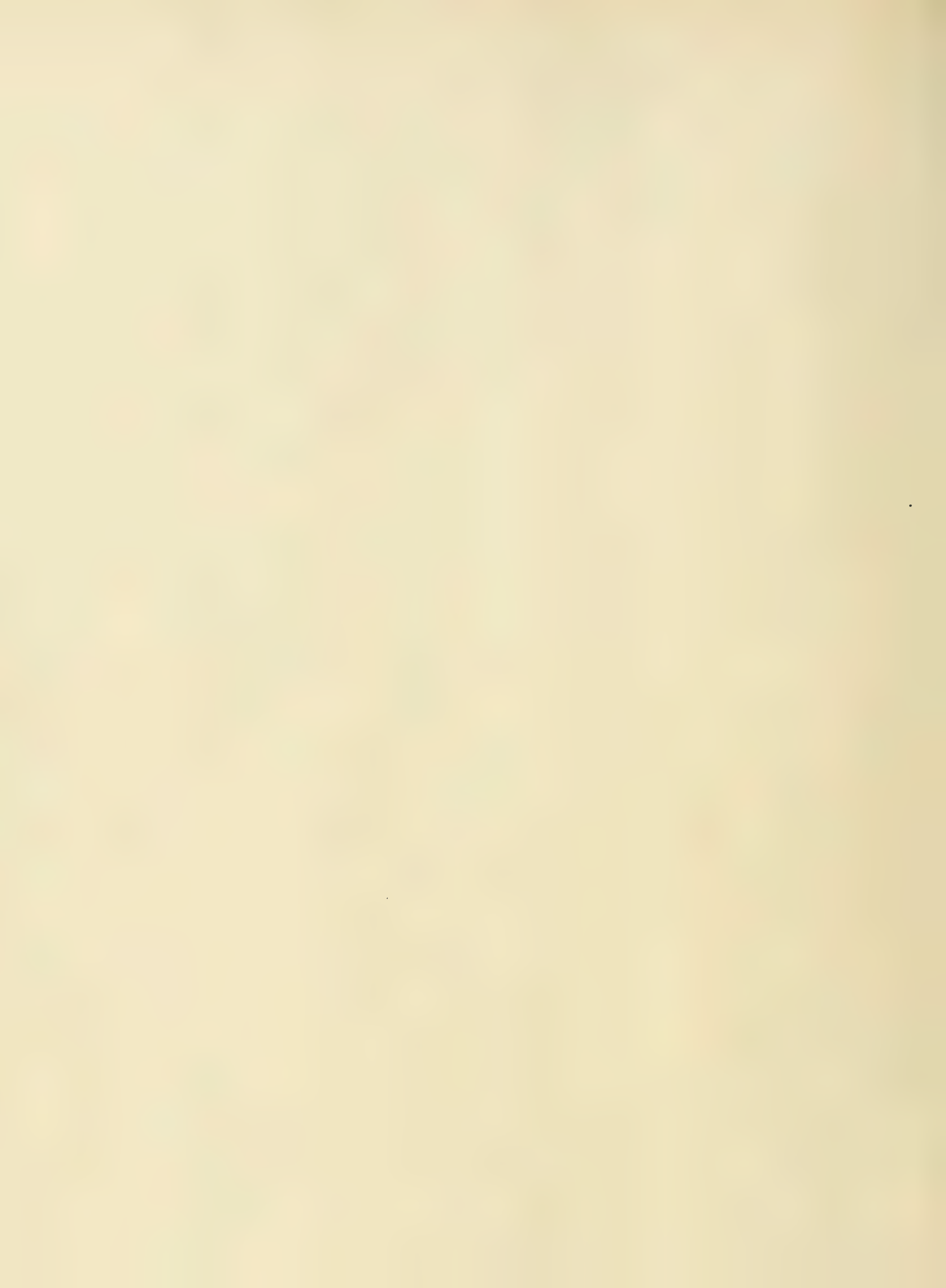




Fig. 1_4, Troglodytes niger, fem.

Fig. 5_9, Simia Satyrus

Fig. 10 u. 11, Hylobates leuciscus



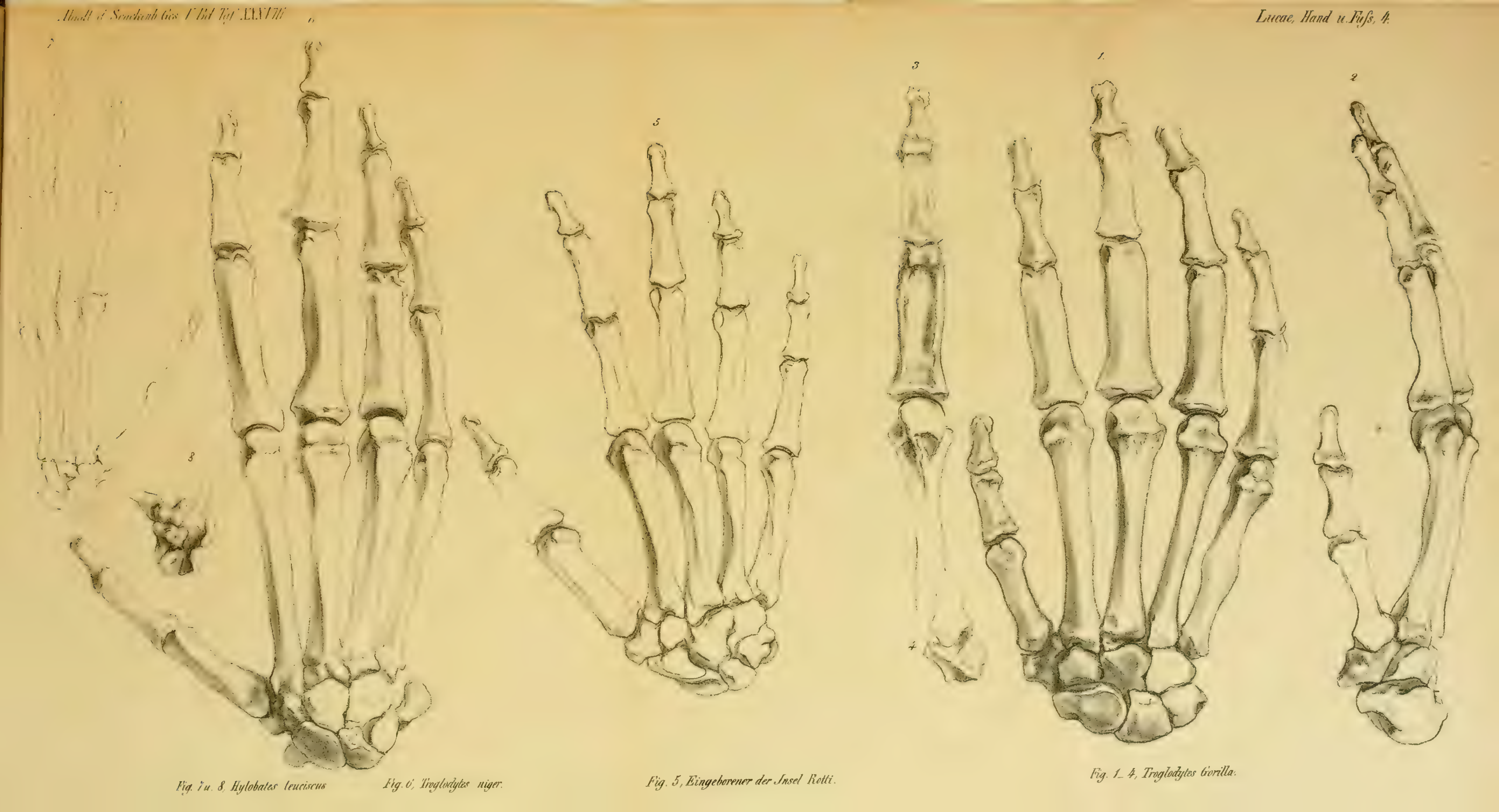


Fig. 7 u. 8, Hylobates leuciscus Fig. 6, Troglodytes niger. Fig. 5, Eingeborener der Insel Rotti. Fig. 1_4, Troglodytes Gorilla.





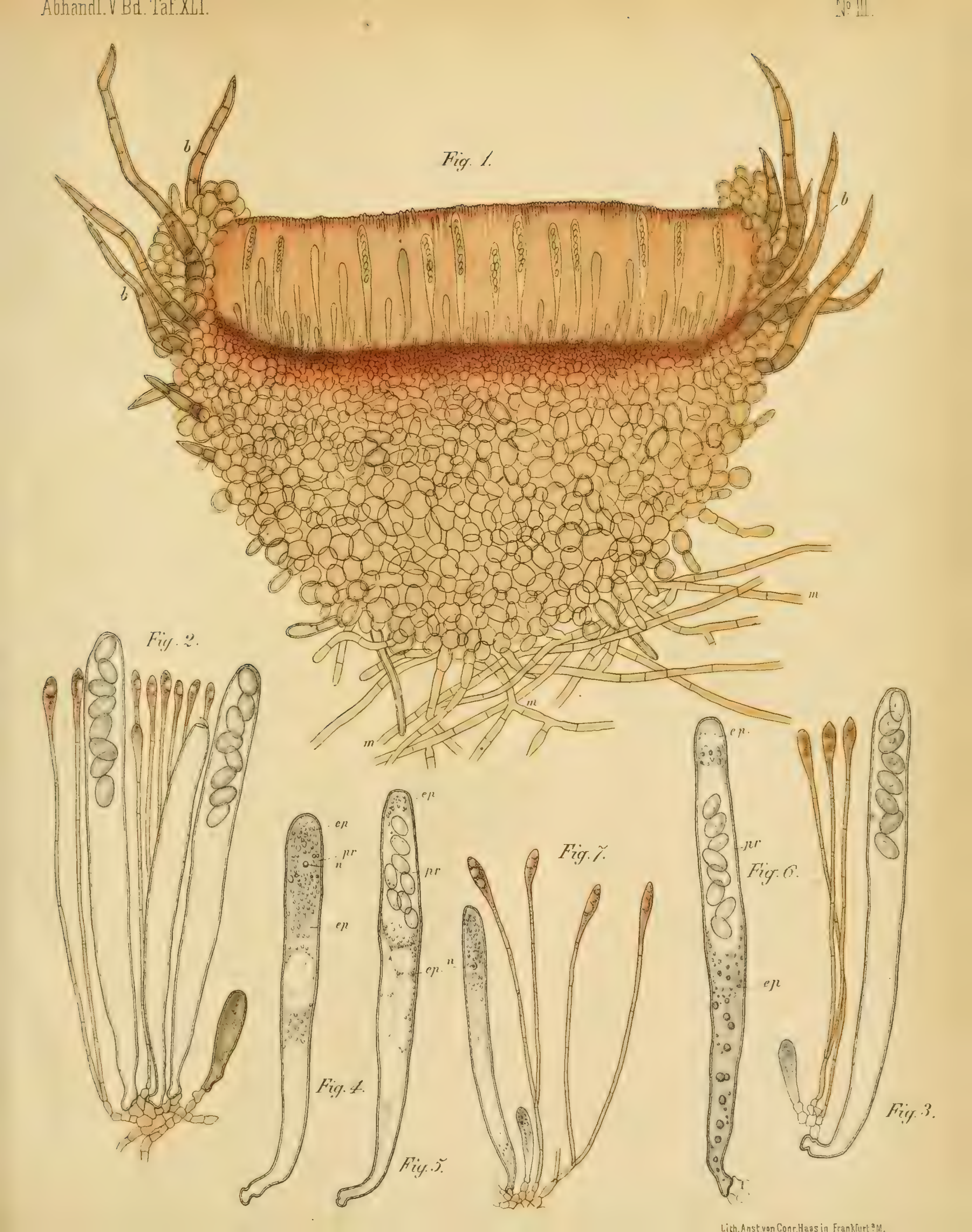
Lith. Anst. von Conr. Haas in Frankfurt a/M.





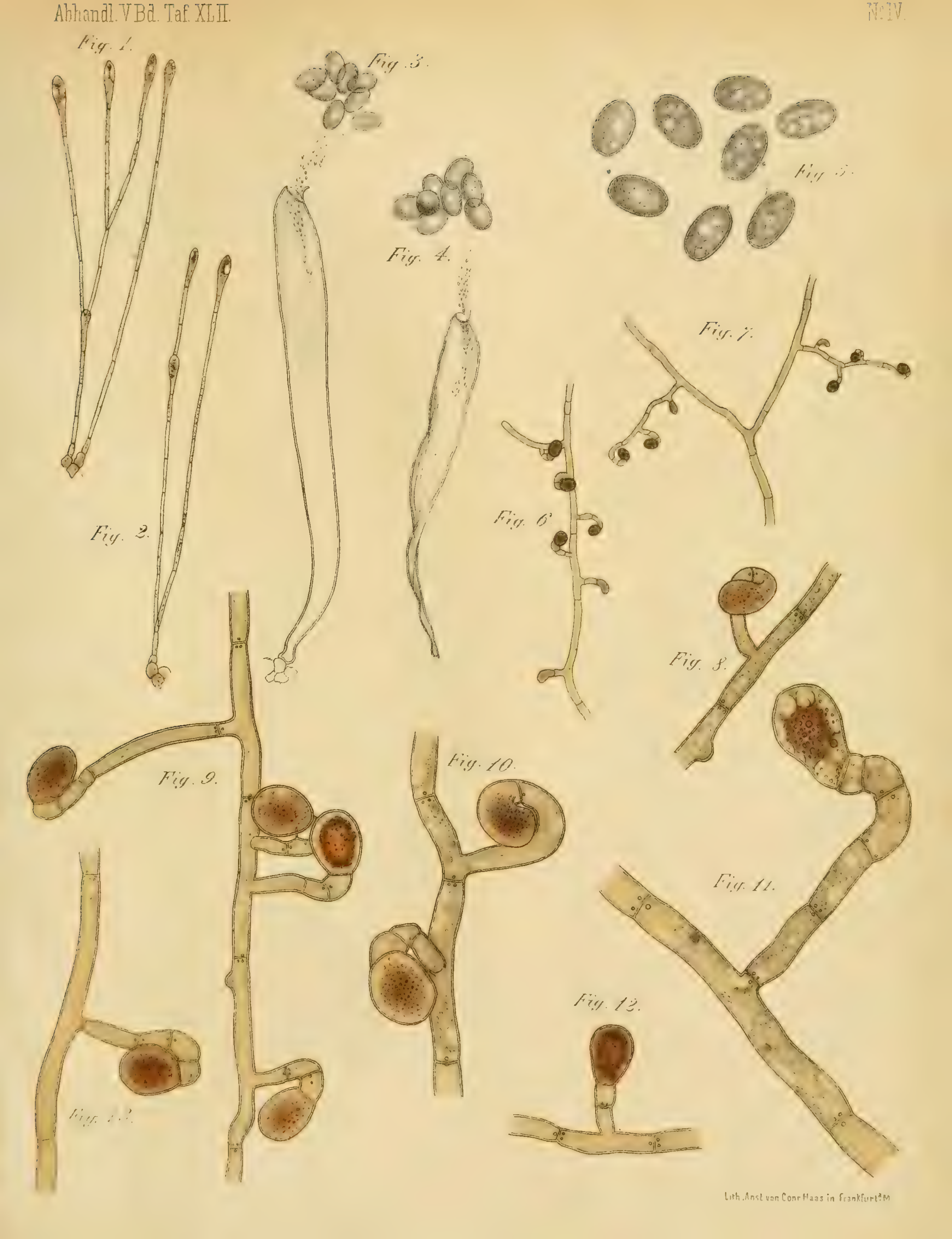
Lith. Anst. von Conr. Haas. in Frankfurt a/M.



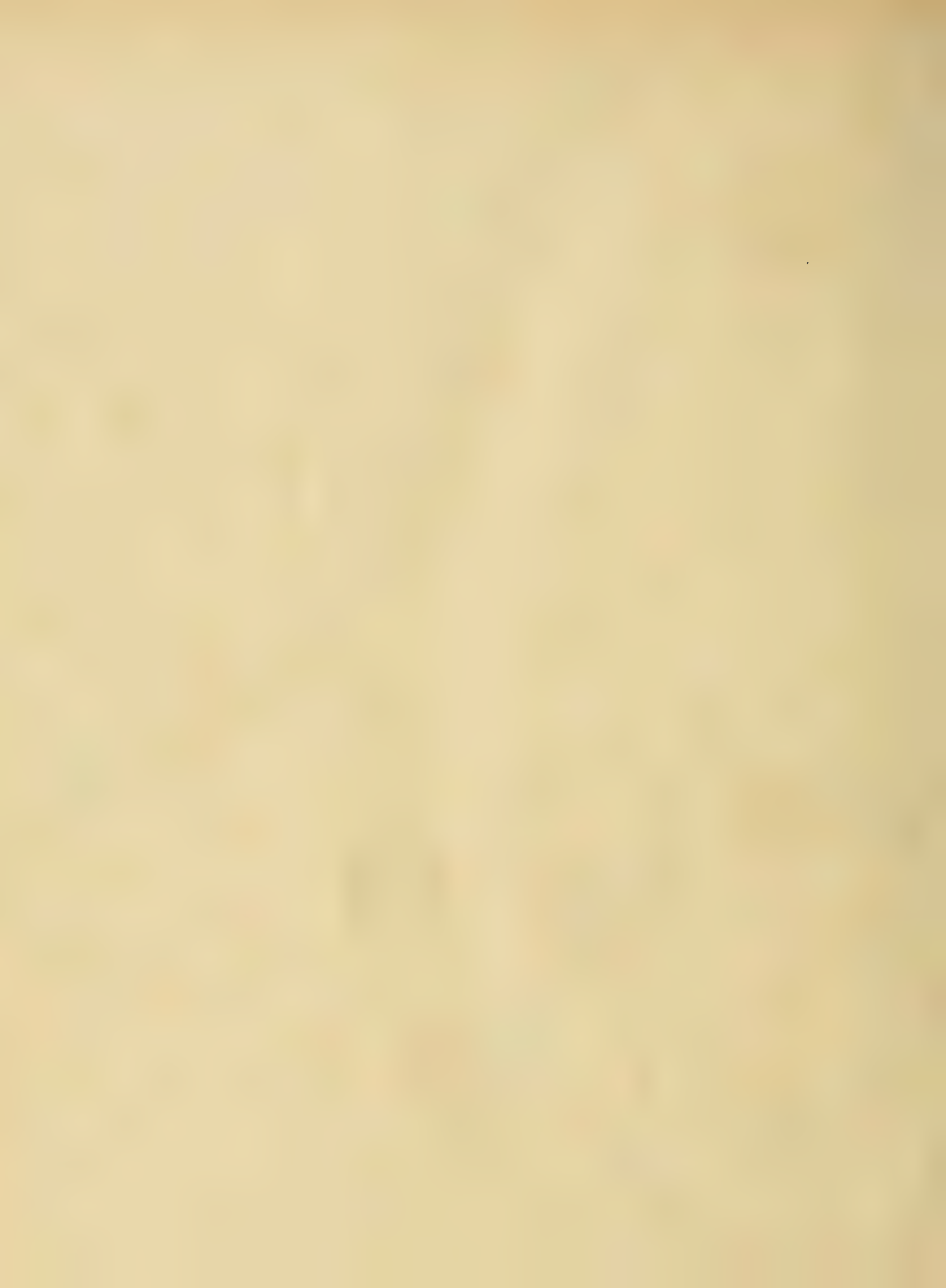


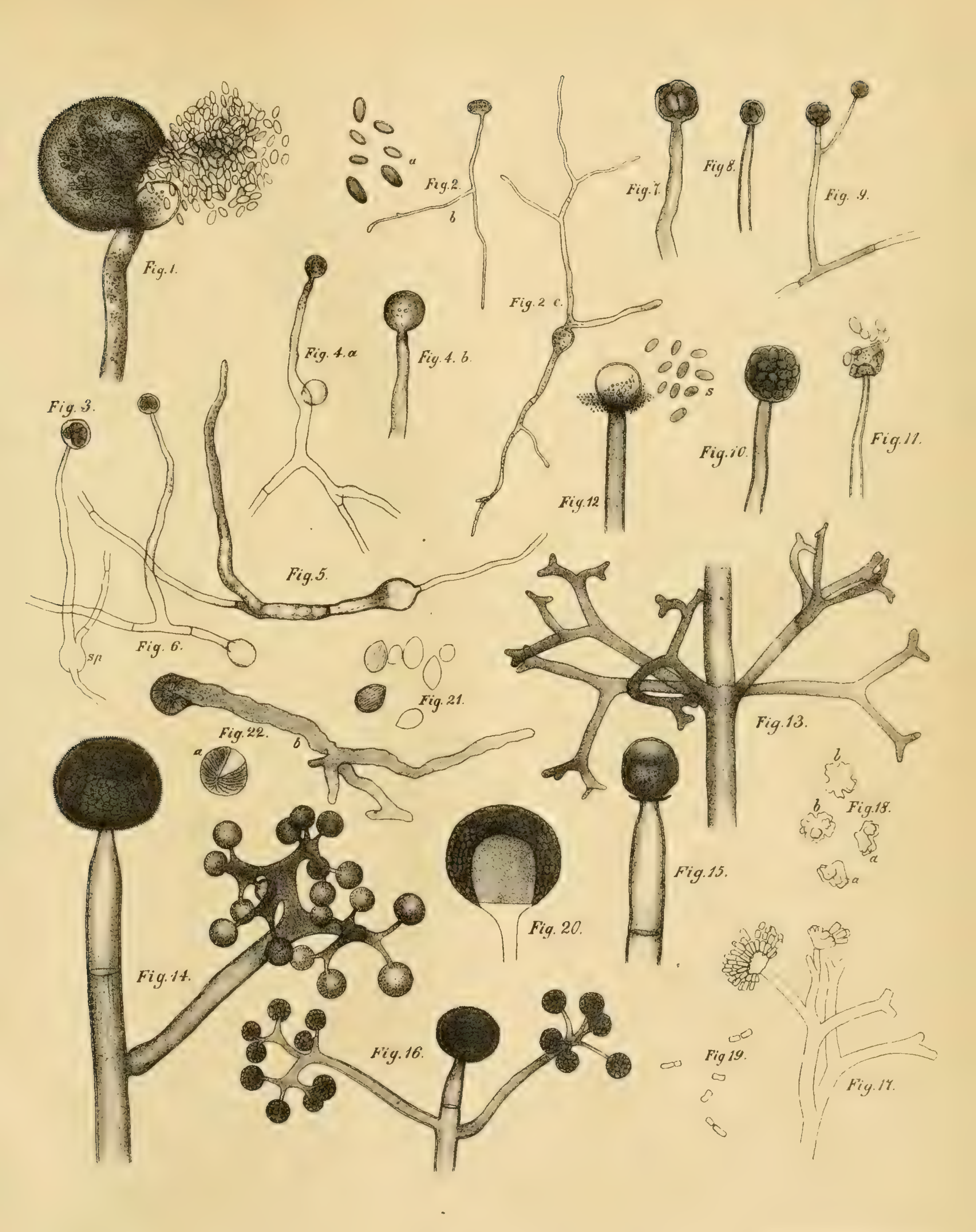
Lith. Anst. von Conr. Haas in Frankfurt a/M.





Lith. Anst. von Conr. Haas in Frankfurt a/M.



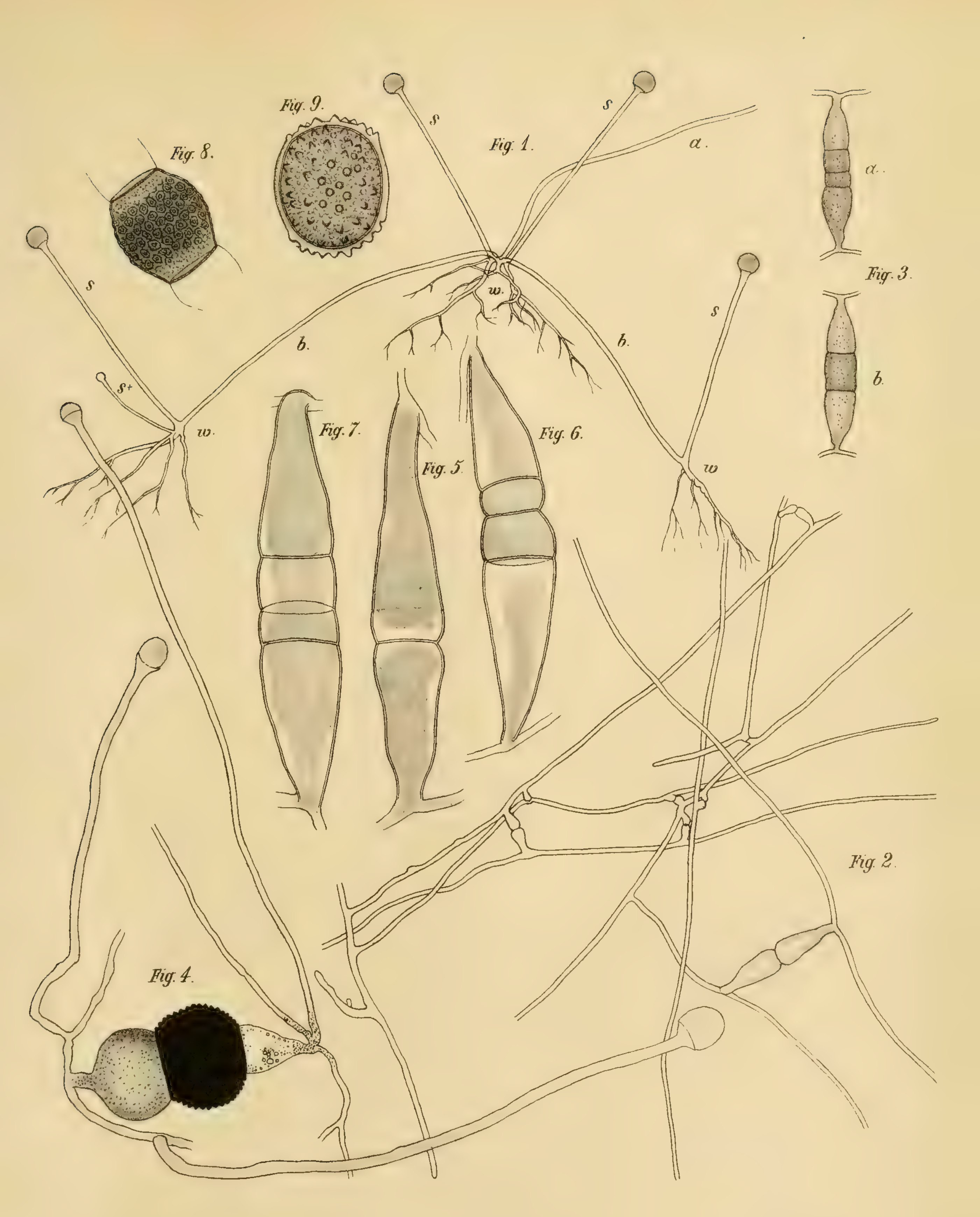

Fig. 1.
a
Fig. 2.
b
Fig. 2 c.
Fig. 7.
Fig 8.
Fig. 9.
Fig. 4. a
Fig. 4. b.
Fig. 3.
Fig. 5.
Fig. 6.
sp
s
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12
Fig. 13.
Fig. 21.
Fig. 22.
a
b
Fig. 18.
Fig. 14.
Fig. 20.
Fig. 15.
Fig. 16.
Fig 19.
Fig. 17.





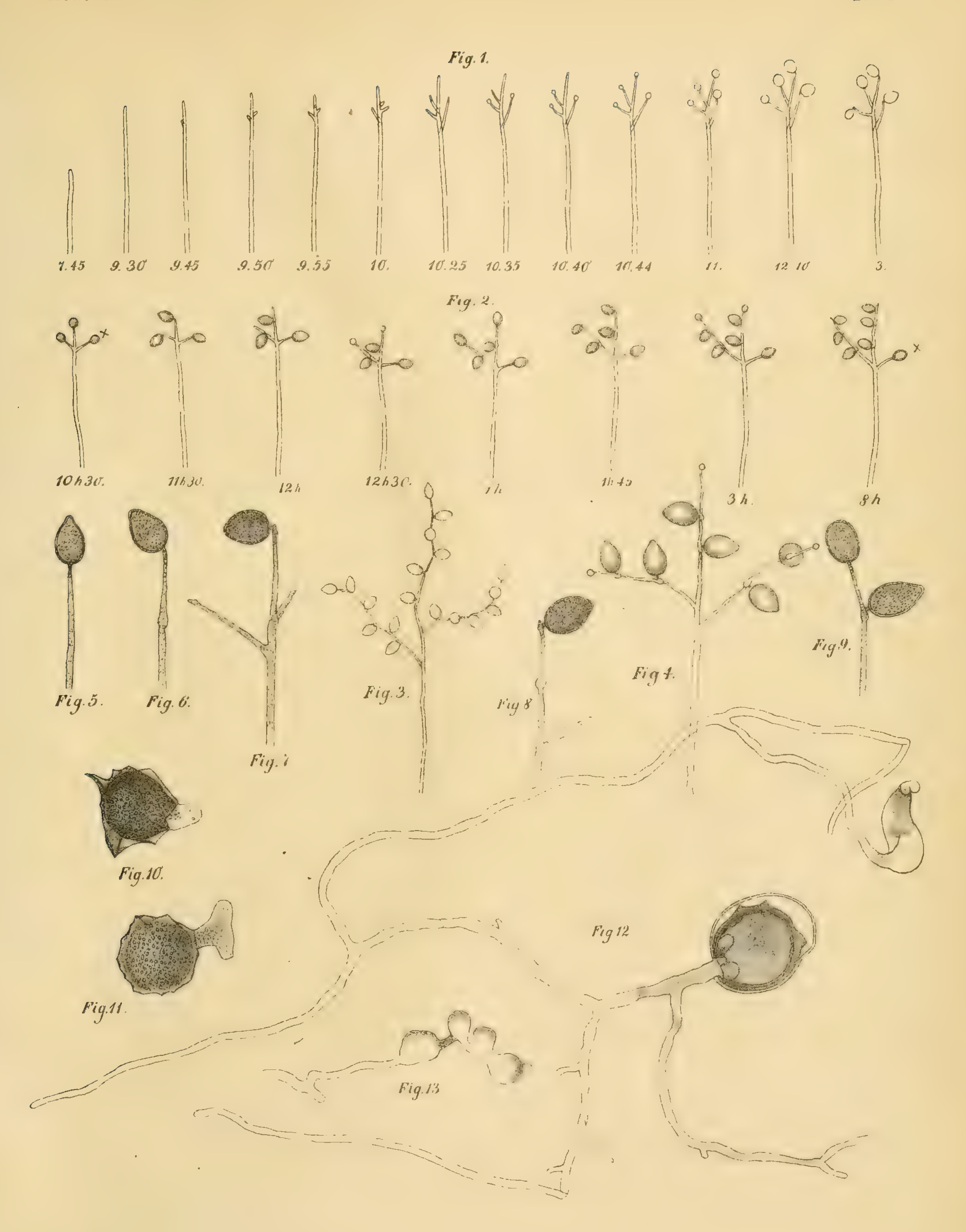
Lith Anst von Conr. Haas in Frankfurt a. M.



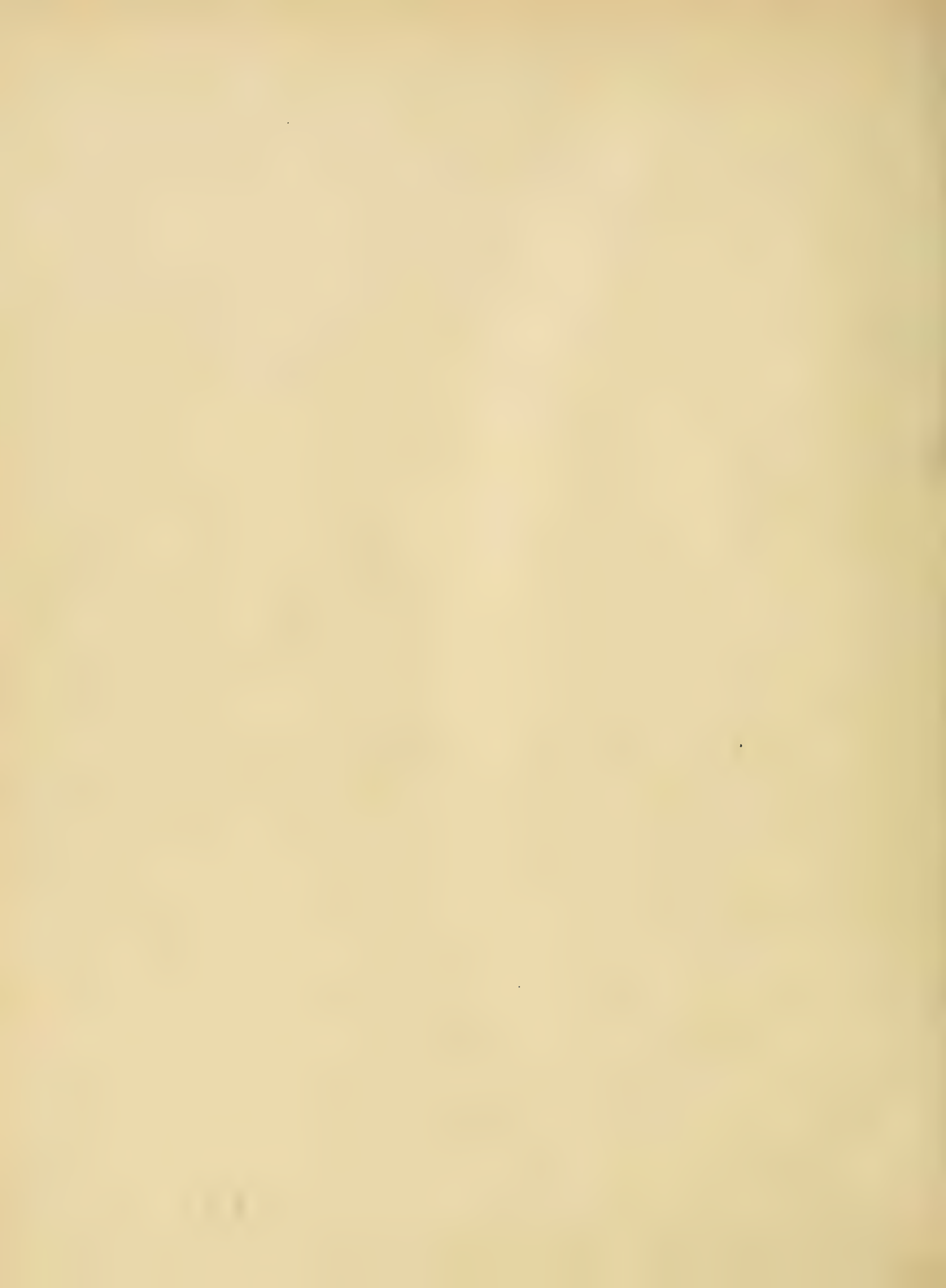


Lith. Anst. von Conr. Haas in Frankfurt a M.





Lith. Anst. von Conr Haas in Frankfurt a/M.



Bound March 1969





